



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**

# **SELECCIÓN DE CONTRATISTAS Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE OFERTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE SUPERMERCADOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**CAROLINA ANDREA ALBORNOZ SILVA**

**PROFESOR GUIA:**  
WILLIAM GEORGE WRAGG LARCO

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**  
DAVID ALBERTO CAMPUSANO BROWN  
ARMANDO GABRIEL QUEZADA ORTUZAR

SANTIAGO DE CHILE  
NOVIEMBRE 2012

## **SELECCIÓN DE CONTRATISTAS Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE OFERTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE SUPERMERCADOS**

La selección del contratista para la ejecución de un proyecto de construcción es una de las decisiones más importantes que debe ser tomada por el mandante. Esta selección puede ser más efectiva si se utiliza una herramienta que prediga los posibles resultados de proyecto, considerando las características del contratista, de su oferta y los objetivos del mandante.

Es por lo anterior que surge la idea de desarrollar una investigación de carácter estadístico, la cual tiene como objetivo determinar una función para la selección del contratista y posterior evaluación técnica de su oferta, con el fin de seleccionar, desde el punto de vista del mandante, aquellas a las que prevean una menor variación de costos y/o plazo. Para esto se emplea el registro de la ejecución de proyectos similares de Construcción de Edificios de Supermercados. La similitud entre los proyectos permite eliminar factores que afectan el desempeño del contratista, centrando la evaluación en las características del contratista y su oferta. Como herramienta estadística se emplean regresiones lineales múltiples, a través de las cuales se pretende determinar la combinación de variables más significativas que predigan las posibles desviaciones de plazo y de costos.

Previo a la implementación de la metodología en los casos de estudio, se realiza una revisión de determinados sistemas de licitación empleados actualmente en el mercado chileno. Esto último permite observar que existen características en común, así como también posibles falencias en los sistemas.

De los resultados obtenidos no es posible determinar un modelo en su totalidad, debido al bajo número de muestras empleadas, ya que esto influye en la significancia estadística de los resultados. No obstante, es posible observar ciertas influencias de algunas variables estudiadas sobre las desviación de costos, lo cual da indicios de cuáles características deberían ser más controladas al momento de seleccionar al contratista que ejecute el tipo de proyecto en estudio.

De este estudio se desprende la necesidad de desarrollar y utilizar herramientas tecnificadas como apoyo a la toma de decisión, considerando los objetivos del mandate. Este tipo de sistema permitiría evitar posibles ambigüedades por parte de los evaluadores, sin dejar de lado el juicio del experto y la visión del cliente.

*A mis padres y hermana...*

---

## Agradecimientos

Estando al final de esta gran etapa de mi vida se me vienen a la mente todos quienes fueron parte de ella y aportaron de una u otra forma en mi formación como mujer e ingeniera. A todos agradezco profundamente y en especial...

A mis padres quienes siempre confiaron en mis capacidades y me brindaron todo el amor y apoyo del mundo. A mi padre por la perseverancia que me heredó y mi madre por su optimismo y alegría.

A mi pequeña hermanita, tan iguales y tan distintas a la vez, por sus consejos, amor y apoyo incondicional.

A mis casi hermanitos, Naty, Camy y Anibal quienes siempre estuvieron conmigo a pesar de la distancia.

A Hugo por hacerme confiar en mí misma, por su compañía y amor.

A mis abuelitos y tatas. A mis abuelitos por sus bendiciones y preocupación. A mis tatas por el primer año en compañía.

A la Claudia, Camy y Cristóbal amigos y compañeros incondicionales. Clau desde primer año, Camy y Cristóbal tres añitos después, pero como si lo fueran desde el principio, siempre brindándome su apoyo, compañía, cariño y comprensión.

A la Viky por siempre responder a aquellas llamadas y darme su compañía.

A mi tía Marce por su preocupación, apoyo y aquellas charlas después de horas de estudio.

...a comenzar una nueva etapa.

# Índice General

Capítulo 1	Introducción .....	1
1.1	Motivación .....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivos Específicos .....	2
1.3	Descripción del trabajo realizado .....	2
1.4	Organización del Informe .....	3
Capítulo 2	Marco Teórico y Antecedentes.....	4
2.1	Sistemas de Selección de Contratistas.....	4
2.2	Selección de Contratistas en el Mercado Chileno .....	5
2.2.1	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.....	5
2.2.2	Coordinación de Concesiones de Obras Públicas.....	7
2.2.3	Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU), Ministerio de Vivienda y Urbanismo .....	8
2.2.4	Corporación Nacional del Cobre, CODELCO .....	10
2.2.5	Empresa I .....	11
2.2.6	Empresa II .....	12
2.2.7	Empresa III .....	12
2.3	Teoría y Desarrollo Estadístico en la Selección de Contratistas .....	16
2.3.1	Metodologías aplicadas en selección de contratistas .....	16
2.3.2	Regresiones lineales múltiples como herramientas de estudio. ....	18
Capítulo 3	Marco de Estudio.....	20
3.1	Proyectos Edificios para Supermercados .....	20
3.1.1	Características Generales de los Proyectos de Edificios para Supermercados.....	20
3.2	Similitud entre los Proyectos de Edificios para Supermercados.....	21
3.2.1	Cliente .....	21
3.2.2	Proyecto .....	21
3.2.3	Geográfica.....	22
3.2.4	Económica.....	23
3.3	Eliminación previa de variables .....	25
Capítulo 4	Metodología.....	26
4.1	Modelo a desarrollar .....	26
4.2	Información sobre proyectos de construcción en estudio. ....	28
4.2.1	Variables para Evaluación Técnica de Ofertas .....	29

4.3	Recolección y Análisis Preliminar de Datos .....	32
4.4	Modelo de Evaluación Técnica de Ofertas.....	34
4.4.1	Regresiones para desviación de costos .....	36
4.4.2	Regresiones para desviación de plazo .....	39
4.5	Caracterización de las empresas constructoras ejecutoras.....	40
Capítulo 5	Análisis de Resultados .....	44
5.1	Análisis resultado del Modelo de Evaluación Técnica de Oferta .....	44
5.1.1	Análisis de regresiones y sus coeficientes betas .....	44
5.1.2	Análisis con muestra reservada y validación. ....	46
5.2	Análisis de las constructoras y su desempeño en obras .....	48
Capítulo 6	Comentarios y Conclusiones.....	50
6.1	Comentarios .....	50
6.2	Conclusión .....	52
Capítulo 7	Bibliografía.....	53
Capítulo 8	Anexos.....	56
8.1	Anexo A: Definiciones Estadísticas .....	56
8.2	Anexo B: Base de datos .....	57
8.3	Anexo C: Resultado regresiones y test aplicados.....	59

# Índice de Tablas y Figuras

Tabla 2.1 Resumen Sistemas de Licitaciones .....	14
Tabla 2.2 Resumen Aspectos y Características Evaluadas .....	15
Tabla 2.3 Pros y contras de sistemas estudiados.....	16
Tabla 2.4 Matriz de metodología de selección de contratistas (Alarcón & Mourges, 2000).....	18
Tabla 3.1 Porcentaje de Participación de Proyectistas por especialidad. ....	22
Tabla 3.2 Comunas de emplazamiento proyectos.....	23
Tabla 4.1 Resumen Características de Evaluación Técnica de Ofertas.....	31
Tabla 4.2 Estadísticos descriptivos de variables cuantitativas de Evaluación Técnica de Ofertas .....	33
Tabla 4.3 Frecuencias de variable cualitativa de Evaluación Técnica de Ofertas.....	33
Tabla 4.4 Correlaciones de Pearson de variables de Evaluación Técnica de Ofertas .....	34
Tabla 4.5 Combinación de variables en regresiones y R 2, desviación de costos.....	37
Tabla 4.6 Coeficientes betas R1.1 .....	37
Tabla 4.7 Coeficientes betas R1.2 .....	37
Tabla 4.8 Coeficientes betas R1.3 .....	38
Tabla 4.9 Coeficientes betas R1.4 .....	38
Tabla 4.10 Combinación de variables en regresiones y R 2, desviación de plazo.....	39
Tabla 4.11 Coeficientes betas R2.1 .....	39
Tabla 4.12 Coeficientes betas R2.2 .....	40
Tabla 4.13 Características empresas constructoras.....	43
Tabla 4.14 Continuación características empresas constructoras. ....	43
Tabla 5.1 Pesos coeficientes betas de regresiones $\Delta$ costos.....	45
Tabla 5.2 Pesos coeficientes betas de regresiones $\Delta$ plazo.....	46
Tabla 5.3 Análisis de modelo de desviación de costos. ....	46
Tabla 5.4 Análisis de modelo de desviación de plazo. ....	47
Tabla 5.5 Validación cruzada R1.2. ....	48
Tabla 5.6 Desempeño promedio de las constructoras en estudio.....	49
Tabla B. 1 Base de datos muestra.....	57
Tabla B. 2 Continuación base de datos muestra. ....	58
Tabla B. 3 Continuación base de datos muestra. ....	58
Tabla B. 4 Test de normalidad. ....	58
Tabla C. 1 Estadísticos para R1.1 .....	59
Tabla C. 2 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.1 .....	59
Tabla C. 3 Test de colinealidad R1.1 .....	59
Tabla C. 4 Estadísticos para R1.2 .....	61
Tabla C. 5 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.2.....	61
Tabla C. 6 Test de colinealidad R1.2 .....	61
Tabla C. 7 Estadísticos para R1.3 .....	63
Tabla C. 8 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.3.....	63
Tabla C. 9 Test de colinealidad R1.3 .....	63
Tabla C. 10 Estadísticos para R1.4.....	65
Tabla C. 11 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.4.....	65
Tabla C. 12 Test de colinealidad R1.4 .....	65
Tabla C. 13 Estadísticos para R2.1.....	67
Tabla C. 14 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R2.1.....	67
Tabla C. 15 Test de colinealidad R2.1 .....	67

Tabla C. 16 Estadísticos para R2.2.....	69
Tabla C. 17 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R2.2.....	69
Tabla C. 18 Test de colinealidad R2.2 .....	69
Figura 2.1 Esquema proceso de selección contratista (Alarcón & Mourges, 2000) .....	4
Figura 2.2 Resumen de enfoques metodológicos empleados (Holt, 2010).....	17
Figura 3.1 Mercado Laboral Sector Construcción según regiones (Informe Mach, 2011). .....	24
Figura 3.2 Consumo aparente del acero (Informe CAP, 2012). .....	24
Figura 4.1 Diagrama de flujo metodología aplicada.....	28
Figura 4.2 Traspaso de base de datos a software SPSS. ....	35
Figura 4.3 Acceso a análisis de datos y regresión lineal. ....	35
Figura 4.4 Selección de variables dependientes e independientes y estadísticos.....	36
Figura 4.5 Respuesta del programa a la regresión multilineal realizada. ....	36
Figura 5.1 Gráfico comparación desviación de costos real con valores calculados con regresiones. ....	46
Figura 5.2 Gráfico comparación desviación de plazo real con valores calculados con regresiones.....	47
Figura 8.1 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.1 .....	59
Figura 8.2 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.1 .....	60
Figura 8.3 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.2.....	61
Figura 8.4 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.2 .....	62
Figura 8.5 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.3.....	63
Figura 8.6 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.3 .....	64
Figura 8.7 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.4.....	65
Figura 8.8 Gráficos de regresión parcial, para el análisis de normalidad de las variables que componen R1.4 .....	66
Figura 8.9 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R2.1 .....	67
Figura 8.10 Gráficos de regresión parcial para el análisis de normalidad de las variables que componen R2.1 .....	68
Figura 8.11 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R2.2.....	69
Figura 8.12 Gráficos de regresión parcial para el análisis de normalidad de las variables que componen R2.2 .....	70



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Motivación

En la compleja naturaleza de la industria de la construcción, se observa un amplio bagaje de contratistas y especialistas que son fundamentales en el desarrollo de proyectos. Y como los contratistas cumplen un papel vital en el desempeño general del proyecto, la selección del correcto contratista para obtener un buen proyecto, es el reto más importante para cualquier cliente de la construcción (Singh & Tiong, 2006).

Es posible observar una importante gama de criterios para la selección de contratistas en las distintas entidades gubernamentales (MOP, MINVU, entre otros) y empresas, públicas y privadas, que requieren del desarrollo de proyectos de construcción. No obstante las metodologías son más o menos similares. Se tiene un primer proceso de precalificación de los contratistas y luego una evaluación económica de la oferta, la cual, en algunos casos, es complementada con una evaluación técnica, según el interés del cliente (Alarcón & Mourgues, 2000).

A raíz de la variedad de criterios existentes y variables analizadas, así como también a que la clave para el desempeño eficaz de este proceso es tener la capacidad de hacer las preguntas correctas sobre todos los aspectos en lo que se refiere a desempeño del contratista (Rusell, 1990), surge la idea de estudiar y determinar qué variables y características son relevantes y deben ser consideradas al momento de decidir cuál empresa constructora es la indicada para la ejecución del proyecto, selección que depende de las características propias del proyecto y de los objetivos del cliente.

En paralelo a la motivación antes mencionada, se cuenta con la información de la ejecución de una serie de proyectos similares (proyectos de construcción de edificios de supermercados) lo cual entrega la oportunidad de evaluar estos criterios en la ejecución de un grupo de proyectos comparables y determinar la influencia que estos tienen sobre los resultados de los proyectos.

Por medio del estudio de los proyectos, se pretende generar un modelo para la evaluación técnica de oferta, en donde la combinación de determinadas variables, predigan las posibles variaciones de costos y plazo. Además, se pretende estudiar las características de las constructoras y analizar la existencia de alguna relación con su desempeño final.

Este modelo es desarrollado por medio de análisis estadísticos, con lo cual se pretende determinar los ponderadores de cada una de las variables significativas, previamente seleccionadas y de esta forma desarrollar una herramienta de fácil implementación que permita pronosticar las posibles desviaciones de plazo y costos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Este trabajo de título tiene como objetivo general proponer una función para la selección de empresas contratistas y la posterior calificación técnica de sus ofertas, con el fin de seleccionar, desde el punto de vista del mandante, aquellas para las que se prevean una menor variación de costos y/o plazo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar variables relevantes para la evaluación de las constructoras entre las que se emplean actualmente en los sistemas de precalificación.
- Determinar variables relevantes para la evaluación técnica de ofertas, entre las que se emplean actualmente y otras.
- Determinar la relación entre las variables seleccionadas y las desviaciones de plazo y/o costos, para ambas evaluaciones.

## **1.3 Descripción del trabajo realizado**

Como primera etapa se realizó una revisión bibliográfica de estudios desarrollados en el área de la selección de contratistas y a sistemas implementados actualmente en entidades gubernamentales y empresas públicas y privadas, del mercado chileno. De esta revisión se obtiene una visión del estado del arte en esta materia y se determina una primera serie de aspectos y variables relevantes a emplear en el desarrollo del modelo, tanto de las empresas constructoras como de la ejecución de proyectos.

En forma paralela a la etapa descrita anteriormente se realizó una revisión de antecedentes de los proyectos a estudiar y una vez obtenida las variables preliminares a ser analizadas se recopilaron los datos necesarios para el estudio. Se revisó documentación de las constructoras y de la ejecución de las obras, páginas web de las empresas y se desarrollaron entrevistas a los administradores de obras e inspectores técnicos de obras. Varios antecedentes, en particular de características de las empresas, no fueron entregados fácilmente y en algunos casos nunca se entregaron. Con los datos finalmente obtenidos, se realiza un primer análisis estadístico donde se observa correlaciones importantes que dieron pie al desarrollo del modelo.

El modelo es desarrollado por medio de regresiones multilineales y con combinaciones de variables seleccionadas de acuerdo a criterios estadísticos. El estudio es abordado desde dos aspectos costos y plazo y para cada uno de ellos se obtuvieron una serie de regresiones, las cuales posteriormente fueron analizadas, con una muestra reservada, con el fin de determinar si existe un modelo que sea representativo y de respuesta a la problemática presentada.

Debido a la falta de algunos datos por parte de las constructoras, éstas no son evaluadas estadísticamente sino de forma cualitativa, analizando características de seguridad, planificación, organización de la empresa, entre otras.

#### 1.4 Organización del Informe

El informe del este trabajo de título se compone de 8 capítulos que se resumen a continuación:

- **Capítulo 2: Marco Teórico y Antecedentes**, se da a conocer una revisión de sistemas de selección de contratistas y su aplicación en el mercado chileno, con el objetivo de contextualizar el trabajo en desarrollo. También se presenta la aplicación de la estadística como herramienta de estudio en esta área.
- **Capítulo 3: Marco de Estudio**, se presentan las características de las obras en estudio, las similitudes entre éstas, principal motivación del trabajo y la eliminación previa de variables.
- **Capítulo 4: Metodología**, se dan a conocer los pasos de la metodología aplicada, las decisiones tomadas y los resultados obtenidos.
- **Capítulo 5: Análisis de Resultados**, se realiza el análisis de los resultados obtenidos y revisión de las características de las empresas constructoras.
- **Capítulo 6: Discusión y Conclusiones**, finalmente se realiza una breve discusión de los resultados y se presentan las conclusiones del estudio.
- **Capítulo 7: Bibliografía**, se da a conocer la bibliografía utilizada a lo largo del estudio.
- **Capítulo 8: Anexos**, se presentan definiciones técnicas utilizadas, la base de datos de las muestras empleada, los resultados de las regresiones y test realizados.

## Capítulo 2

# Marco Teórico y Antecedentes

### 2.1 Sistemas de Selección de Contratistas

Estudios afirman que una de las decisiones más difíciles que debe ser tomada por los clientes de la industria de la construcción, es la selección del contratista. Esto se debe a que el contratista cumple un papel vital en el desempeño general del proyecto, y la mala selección de éste aumenta las posibilidades de retrasos, sobrecostos, ejecución de un trabajo deficiente, conflictos e incluso la quiebra. (Hatush & Skitmore, 1997; Holt, et al., 1995; Singh & Tiong, 2006).

De acuerdo a lo planteado en el párrafo anterior el proceso de selección juega un papel fundamental en el éxito del proyecto. Un método para asegurar que el contratista es capaz de desarrollar el proyecto adjudicado, según los objetivos del cliente y del mismo proyecto, es evaluar la capacidad del contratista en una etapa de precalificación y en la etapa de evaluación de la ofertas (Hatush & Skitmore, 1997). En la etapa de precalificación el contratista es evaluado en experiencia, liquidez, patrimonio, etc. Los que son precalificados presentan sus ofertas, las cuales son evaluadas bajo un criterio económico y, según los intereses del cliente, bajo criterios técnicos. Finalmente los puntajes obtenidos entre ambos criterios conforman el puntaje final del contratista. (Alarcón & Mourgues, 2000). La Figura 2.1 muestra un esquema del proceso de selección de contratistas.

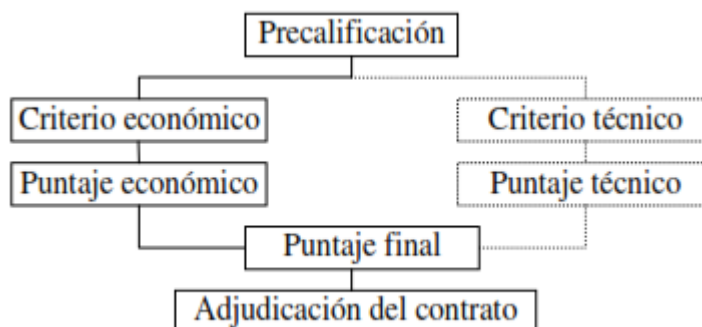


Figura 2.1 Esquema proceso de selección contratista (Alarcón & Mourgues, 2000).

Este último punto se observa claramente en el mercado nacional de la construcción, donde tanto entidades gubernamentales como empresas privadas y públicas, cumpliendo el rol de mandantes, emplean ambas etapas de evaluación. No obstante los criterios empleados varían según los objetivos de los clientes. El sector público manifiesta su preocupación por la responsabilidad pública, es decir, los límites de costos y la calidad reflejada en las estipulaciones de especificación, mientras que el sector privado está más atento a los tiempos debido a su impacto en la rentabilidad (Holt, et al., 1995).

## 2.2 Selección de Contratistas en el Mercado Chileno

Para comprender de forma más acabada los sistemas de selección en el contexto del mercado nacional, es que se realiza una revisión de algunos sistemas empleados en entidades gubernamentales y empresas privadas.

### 2.2.1 Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas

Esta dirección del Ministerio de Obras Públicas (MOP) está encargada de mantener y mejorar la conectividad interna del territorio chileno y con los países de la región, por medio de la provisión de servicios de infraestructura vial, tanto en áreas urbanas como rurales. Para ello la dirección de vialidad gestiona variados proyectos que luego son licitados públicamente. Estas licitaciones se rigen por el Reglamento para Contratos de Obras Públicas, DS MOP N°75, como también, dependiendo del tipo de contrato, por las Bases Administrativas Generales y Especiales del contrato correspondiente. Toda la información respecto a los proyecto en licitación se encuentra en [www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl).

- a) Registro General de Contratista: esta etapa no forma parte del proceso de licitación de un proyecto, pero todo contratista que desee ser parte de este proceso debe estar inscrito en el Registro General de Contratistas. Este registro se subdivide en dos, registro de Obras Mayores y registro de Obras Menores. El de Obras Mayores se subdivide en Montaje y Obras Civiles, las cuales poseen tres y veinte registros particulares, respectivamente. Para pertenecer a algunos de estos se debe acreditar experiencia en determinadas especialidades, según el registro particular al cual se desea postular. En el caso del de Obras Menores, son 22 los registros particulares existentes y también se debe acreditar experiencia en determinadas especialidades. A su vez, los registros se dividen en 3 categorías y el pertenecer a alguna de ellas depende de la capacidad económica y calidad profesional del equipo gestor del contratista. Cabe mencionar que existe equivalencia de registro desde el de Obras Mayores al de Obras Menores. Los requisitos requeridos se encuentran detallados en el documento “Registro de Contratista- Categorías y Especialidades”.

- b) Revisión y Evaluación Oferta Técnica: es la primera etapa del proceso de licitación y corresponde a la revisión de la Propuesta Técnica. La Comisión de Evaluación verifica la correcta presentación y cumplimiento de los requisitos técnicos solicitados a los proponentes, en las bases de licitación. La falta de alguno de ellos implica la descalificación del contratista. Existen requisitos mínimos que deben ser presentados (Artículo 76, DS MOP N°75) y otros que dependen del tipo de proyecto. Dentro de los requisitos está la Nomina de la totalidad de obras iniciadas o por iniciarse, Declaración de revisión de antecedentes, visita a terreno y conformidad, Programa de Trabajo, Análisis de Precios Unitarios, Programa ocupacional de la mano de obra que generará el contrato, entre otros. Cabe mencionar que de acuerdo al reglamento general de las licitaciones no se determinan que aspectos que deben ser evaluados obligatoriamente, dando la libertad a las bases, específicas de los proyectos, si se evalúa o no y de qué forma.
- c) Evaluación Oferta Económica: en esta etapa solo se presentan los contratistas que técnicamente estén aprobados, y tiene como fin seleccionar la oferta económica más conveniente. Esta evaluación se divide en dos etapas, Pre-calificación de la oferta económica más conveniente para el MOP, en la que se escoge la oferta de menor valor. Si el contrato es a precio unitario, se puede realizar con o sin análisis de variaciones eventuales de cantidad de obras. La segunda y última etapa corresponde a la Validación aritmética de la oferta pre-seleccionada, donde se revisa la existencia de errores en los productos de las cantidades de obras. En el caso de que estos no existan, la oferta precalificada es la adjudicada. En el caso contrario, los errores son corregidos y se verifica el valor final de la oferta. Si se obtiene un valor corregido menor al presentado originalmente, prevalece el menor y se consulta al oferente si mantiene o no su oferta, de mantenerla se adjudica el contrato, si no se vuelve a la primera etapa. Si es mayor se vuelve al proceso de precalificación.
- d) Calificación del contratista: este proceso se realiza una vez terminada la obra y se evalúan los siguientes aspectos: Calidad de Construcción (A); Cumplimiento de Plazos (B); Cumplimiento de las Bases Administrativas (C=0,1) y Cumplimiento de Normas de Prevención de Riesgos y Accidentabilidad (D=0,1). Las ponderaciones de A y B dependen de las bases, pero ambas deben sumar 0.80, además, A no debe ser menor que 0,65. La nota obtenida puede ser apelable y es considerada para futuras sanciones o estímulos, como bajas o ascenso de categorías o suspensiones (Artículos 45,46 y 179, DS MOP N°75). Esta evaluación la realiza el inspector técnico de la obra, quien fiscaliza el desarrollo y la recepción de la obra.

## 2.2.2 Coordinación de Concesiones de Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas

Esta área del MOP se encarga de proveer, preservar y mejorar obras y servicios de infraestructura pública en el marco de la asociación público privada (Hospitales, Carreteras, Aeropuertos, entre otros). De todas las tareas que desarrolla esta área, se encuentra la realización de los procesos de licitación de los distintos proyectos a ser ejecutados, cuyas ofertas pueden ser de iniciativa pública o privada. Estas licitaciones se rigen por un marco legal, establecido en la Ley y Reglamento de Concesiones de Obras Públicas, DS MOP N°900, el cual estipula los procesos a ser desarrollados y los aspectos mínimos que son analizados al momento de realizarse las licitaciones, así como también por el Reglamento para Contratos de Obras Públicas, DS MOP N°75. No obstante cada licitación posee sus propias bases donde se determinan los aspectos generales y específicos a ser evaluados con sus respectivas ponderaciones, entre otros, las cuales se pueden revisar vía web en la descripción de los proyectos <http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/default.aspx>.

- a) Proceso de Precalificación: esta etapa está presente en licitaciones, que a juicio del MOP, contengan obras que revistan especiales características de complejidad, magnitud o costos. Se evalúan requisitos económicos, como la certificación de un patrimonio contable mínimo y requisitos de experiencia (m<sup>2</sup> construidos) en construcción en determinadas áreas. Los montos y m<sup>2</sup> construidos varían según el proyecto, como también la existencia de ambos requisitos o de otros. Una vez que los interesados cumplan con lo especificado en las respectivas bases, estos pasan a ser parte de, Registro Especial Internacional, REI<sup>1</sup>.
- b) Evaluación Técnica: esta evaluación está presente en todas las licitaciones y tiene por objetivo evaluar la Oferta Técnica entregada por cada licitante. Los antecedentes que conforman la Oferta Técnica se dividen en Antecedentes Generales y Antecedentes Técnicos, los cuales dependen de las características del proyecto y se encuentran estipulados en las respectivas bases de licitación. En el primer grupo de antecedentes se presentan documentos como Identificación del Licitante o Grupo Licitante, Garantía de Seriedad de la Oferta, entre otros, para los cuales se revisa el cumplimiento o no de éstos. Como Antecedentes Técnicos se solicitan documentos tales como, Aceptación de Estudios Referenciales, Plan de Operación, entre otros, los cuales son evaluados con notas entre 1 y 7, por la Comisión de Evaluación. Ambas evaluaciones son realizadas y ponderadas según lo estipulado en las respectivas bases, obteniéndose de esta forma el puntaje de Evaluación Técnica. Cabe mencionar que en el caso de no existir proceso de precalificación, es en esta etapa donde se solicitan los antecedentes económicos, legales y técnicos.

---

<sup>1</sup> El Registro Especial Internacional corresponde un registro particular de concesionarios, que posee la Coordinación de Concesiones del MOP para proyectos de Hospitales, Aeropuertos y Cárceles. Donde la duración del registro depende del mismo y por lo general son de carácter indefinido.

- c) Evaluación de la Oferta Económica: esta última etapa está presente en todos los concursos, no obstante, solo son evaluados los licitantes con ofertas técnicas aceptables<sup>2</sup>. Se evalúan aspectos como, Estructura tarifaria, Plazo de Concesión, Subsidio del estado al oferente, Puntaje total o parcial obtenido en la calificación técnica, Otros servicios adicionales, Premio al postulante<sup>3</sup>, entre otros aspectos (Artículo 7, DS MOP N°900). Las ponderaciones de cada uno de ellos dependen del tipo de proyecto y los objetivos de este, las cuales se encuentra en las respectivas bases de licitación. La suma de los puntajes ponderados, de cada aspecto, corresponde al Puntaje Final del oferente.
- d) Adjudicación: finalmente el licitante que obtenga el mayor puntaje será notificado de éste y consultado por la validación de su adjudicación, una vez aceptada esta será publicada en el Diario Oficial.

### 2.2.3 Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU), Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Esta delegación, en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), está encargada de generar y gestionar políticas, programas e iniciativas destinadas a asegurar viviendas de calidad, barrios equipados y ciudades integradas social y territorialmente, para los habitantes de Chile, en especial para los sectores más vulnerables. Por lo cual, ambas entidades son clientes permanentes del mercado de la construcción y, al tener un carácter gubernamental, la gran mayoría de sus licitaciones son públicas, salvo casos puntuales de licitaciones privadas. Estas licitaciones se rigen según las Bases generales reglamentarias de contratación de obras del para los Servicios de Vivienda y Urbanización, DS N°236 (V. y U.). Así como también lo que corresponde al registro de los contratistas y constructores se rige por DS N°127 (V. y U.) y DS N°63 (V. y U.).

- a) Registro Nacional de Contratistas (RENAC): este registro no forma parte del proceso de licitación, sin embargo todo oferente que desee participar de alguno de los procesos de licitación debe estar inscrito en el RENAC. Este registro se divide en distintas categorías, las cuales delimita el tipo de proyecto al que pueden postular los contratistas. Para registrarse debe cumplir con dos tipos de requisitos, técnicos y económicos, donde los rangos que poseen éstos determinan la categoría a la cual puede pertenecer el contratista. Como requisitos técnicos se tiene, título profesional o técnico de la persona natural o jurídica que postula, y la experiencia en m<sup>2</sup> construidos en obras similares. Como económico se tiene la acreditación de un capital mínimo. A su vez el SERVIU cuenta con el Registro de Constructores, el cual tiene como primer requisito el pertenecer al Registro de Contratistas, por lo tanto se asume que cumple con los requisitos solicitados por este registro, como también se solicita la acreditación de experiencia en construcción de viviendas SERVIU.

<sup>2</sup> Como ofertas técnicas aceptables se entienden aquellas ofertas que cumplan con lo establecido en el (Artículo 25, DS MOP N°900).

<sup>3</sup> El Premio al Postulante corresponde a una bonificación al momento del cálculo del puntaje final para los postulantes que hayan dado origen a la licitación.



- b) Revisión Requisitos Técnicos: esta es la primera etapa del proceso de apertura de las ofertas. Una vez que son presentadas todas las ofertas, se procede a realizar la revisión de los documentos técnicos solicitados, tales como Planificación general de la obra, Cronograma general y programación financiera, Lista de trabajos a subcontratar, entre otros. El listado de documentos mínimos esta determinado en el DS N° 236, (V. y U.) y deben estar correctamente estipulado en las bases de licitación, así como también pueden ser requeridos otros documentos dependiendo del proyecto. La falta de alguno de estos documentos implica la descalificación del oferente.
- c) Evaluación Técnica: esta etapa no está presente en todas las licitaciones. Solo en casos particulares se exigen requisitos especiales, los cuales depende principalmente de la complejidad del proyecto y son determinados por la unidad de origen<sup>4</sup> del proyecto. En esta evaluación se consideran características técnicas tales como, calidad de insumos, sistemas tecnológicos a implementar, entre otros. Estas características son evaluadas por la comisión evaluadora, otorgando un puntaje, el que a su vez, corresponde a un porcentaje de la evaluación final. Tanto las ponderaciones como los criterios de evaluación se encuentran estipulados en las bases de licitación.
- d) Evaluación de Oferta Económica: una vez que el licitante aprueba la revisión de requisitos técnicos y la evaluación técnica, si se ha requerido de ésta última, su oferta económica será revisada, en el caso contrario, nunca será abierta. En esta evaluación se revisa la Oferta Económica y el Presupuesto detallado, donde se aplica, en algunos casos, el cálculo del Puntaje Precio<sup>5</sup>, o simplemente se ve el costo total de la oferta y éste es ponderado por el porcentaje, del puntaje final, asignado a esta evaluación.
- e) Adjudicación: una vez revisadas las ofertas económicas, las ofertas son ordenadas de menor a mayor, siendo adjudicado la ejecución del proyecto (por parte del SERVIU) a la oferta de menor valor. En caso que se considere evaluación técnica se selecciona a la que posea un mayor puntaje final Este acto es notificado por medio de [www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl), donde se encuentra toda la información necesaria a lo largo del proceso de licitación.
- f) Calificación: el SERVIU, a través de las Comisiones Receptoras designadas, califica al contratista durante la ejecución y recepción de la obra, según lo establecido en el Título VII del DS N°127 (V. y U.) y en las respectivas bases de licitación. Se evalúan aspectos tales como, exigencias técnicas, administrativas y de plazo contractual. Esta calificación final tendrá incidencia en el registro de contratistas, existiendo la posibilidad tanto de ascender o bajar de categoría, como de ser suspendido o destituido del registro.

---

<sup>4</sup> La unidad de origen corresponde al departamento o área que ha desarrollado el proyecto y encargado el proceso de licitación al área de licitaciones del SERVIU.

<sup>5</sup> Puntaje Precio = (Oferta menor valor / Oferta en evaluación)\*100.

#### 2.2.4 Corporación Nacional del Cobre, CODELCO

CODELCO corresponde a una empresa autónoma, propiedad del Estado chileno, cuyo principal negocio es la exploración, desarrollo, explotación, procesamiento y comercialización de recursos mineros de cobre y subproductos. Esta empresa realiza licitaciones para diversos proyectos y servicios, dentro de éstos se encuentran proyectos de construcción, los cuales pueden ser desarrollados considerando tanto licitaciones públicas como privadas. El desarrollo de estas licitaciones se rige por las Bases administrativas generales, Contrato de Construcción-Ingeniería-Servicios, así como también por las bases de cada proyecto.

- a) Proceso de Precalificación: al igual que los casos antes descritos, este proceso no corresponde al estándar de los procesos de licitación de Codelco, dependiendo del tipo de proyecto, se realiza o no esta etapa. Cuando el proceso de precalificación forma parte de la licitación, se evalúan aspectos de Gestión de Riesgo (analizando Tasa de Cotización Adicional<sup>6</sup>, Número de accidentes fatales, entre otros), Económicos y Financieros (analizando el Capital Mínimo, Patrimonio Mínimo, entre otros), Antecedentes Generales (analizando Empresas inscritas en el MOP, entre otros) y Experiencia (Años en la industria, Facturación anual, m<sup>2</sup> construidos, entre otros). Los antecedentes revisados en cada aspecto son ponderados según lo estipulan las bases de licitación y, dependiendo de su puntuación final, los licitantes pueden o no seguir participando del proceso.
- b) Evaluación Oferta Técnica: esta etapa se realiza una vez que los licitantes hayan cumplido con los requisitos y/o con la precalificación determinada en las bases. Se evalúan aspectos tales como, Metodología de Trabajo, Experiencia Específica de la Empresa, Organización, Nómina y Currículo de profesionales claves, Planificación y Control, Gestión de Riesgo, Desempeño del Contratista en obras realizadas a la empresa mandante, entre otros. Las ponderaciones de cada uno de los aspectos y la ponderación final de esta evaluación, respecto al puntaje total del licitante, y sus requisitos, se determinan en las bases de licitación. Como por ejemplo en una de las bases revisadas esta evaluación corresponde a un 30% del puntaje final y debe ser mayor que 70 puntos.
- c) Evaluación de Oferta Económica: en esta etapa solo participan los oferentes que califiquen técnicamente, y se analizan antecedentes tales como, Declaración de remuneración, Oferta Económica Homologada,<sup>7</sup> entre otros. Al igual que las evaluaciones anteriores, las ponderaciones dependen del proyecto y son estipuladas en las bases de licitación correspondiente. En el mismo ejemplo antes mencionado, esta evaluación correspondía a un 70% del puntaje final.

---

<sup>6</sup> Tasa de Cotización Adicional corresponde al porcentaje de cotización adicional que debe pagar la empresa, por el riesgo efectivo, reflejando el histórico de accidentabilidad de la constructora, en los últimos dos periodos de trayectoria. Esta se calcula según el Artículo 5, DL N° 67, 1999.

<sup>7</sup> La Oferta Económica Homologada corresponde a las ofertas ajustadas a una misma base de cálculo, debido a las particularidades que cada oferta pueda presentar (inclusión de nuevos ítems, cantidades, etc.) con el fin de hacerlas comparables.

- d) Adjudicación: finalmente, CODELCO comunicará a todos los proponentes del resultado de sus ofertas, escogiendo la más conveniente a sus intereses, aún cuando no sea la de menor monto.
- e) Calificación de Desempeño: posterior a la adjudicación, durante y al finalizar el proyecto, el contratista será evaluado en lo que respecta a su desempeño, cuyo resultado incidirá en futuros llamados a licitación. Se evalúan aspectos como Generales y Administrativos, Calidad, Relaciones laborales, Materias de Seguridad, entre otros y las pautas de evaluación se dan a conocer al iniciarse el proyecto.

### 2.2.5 Empresa I

Empresa privada, con certificación ISO 9001, la cual participa en los sectores de la construcción, inmobiliario y en negocios de inversión, ya sea en forma directa como en asociación con otras empresas. Posee una vasta experiencia en concesiones de obras públicas, así mismo desarrolla e invierte en proyectos inmobiliarios, ejecutando construcción de obras civiles, montaje, infraestructura y edificación en altura. Esta empresa cuenta con procesos de contratación privada, la cual responde a las siguientes etapas.

- a) Invitación a cotización: se realiza un llamado a las empresas que se encuentran en la base de datos de la empresa y solo éstas son invitadas a ser parte del proceso de licitación.
- b) Análisis Técnico-Económico de las Ofertas: una vez realizada la recepción de las ofertas, se procede a la evaluación económica y técnica de las ofertas. En la primera evaluación se valora el presupuesto presentado y en la segunda se evalúan los siguientes aspectos: Programa de Obra, Personal Propuesto (Organigrama), Recursos a Utilizar, Programa de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente, Plan de Calidad y Experiencia en Obras Similares, donde las ponderaciones o pesos, de cada uno de los puntos antes mencionados depende del proyecto.
- c) Aprobación de Administrador y Subgerente del proyecto: la evaluación técnico-económica realizada a cada una de las ofertas, pasa por revisión del Administrador y Subgerente del proyecto, quienes finalmente adjudican el proyecto a unos de los cotizantes.
- d) Evaluación del desempeño del contratista: estando tanto en ejecución la obra como en su término, el contratista es evaluado. Esta evaluación incide en la invitación a próximas cotizaciones y se califican (entre 1 y 10) los siguientes ítems; Capacidad técnica, Experiencia y capacidad económica, Calidad, Medio Ambiente y Seguridad.

### 2.2.6 Empresa II

Empresa privada transnacional, con 3 años de presencia en Chile y 50 a nivel internacional perteneciente al rubro del retail. Ofrece una gama de servicios integrales y se encuentra en una constante expansión de sus locales, siendo cliente del mercado de la construcción.

- a) Precalificación e Invitación al proceso de licitación: como primera etapa se realiza un llamado a licitación a los contratistas que ya han realizado trabajo para la empresa mandante y que han sido precalificados por este último. Estas licitaciones son de carácter privado.
- b) Evaluación Técnica – Económica: la empresa solicita a los oferentes, dos propuestas, Propuesta Técnica y Propuesta Económica, en las que se presentan documentos como: Organigrama de la Empresa, Obras en Ejecución, Experiencia en Obras Similares, Programa de Trabajo, Estudio de los Precios Unitarios, Organigrama del Personal de la Obra, para la Propuesta Técnica, y Boletas de Garantías, Oferta Resumen, Presupuesto Detallado y Análisis Detallado de Gastos Generales, en la Propuesta Económica. La Propuesta Técnica puede ser evaluada en un análisis cuantitativo de los oferentes, o evaluación técnica, para luego finalizar con el análisis de la oferta económica.
- c) Adjudicación: Una vez realizada la evaluación técnica (si el mandante lo estima conveniente) y económica, el cliente selecciona al oferente más óptimo según sus intereses, aun que su oferta no haya sido la más económica.

### 2.2.7 Empresa III

Empresa privada internacional, con más de 80 años en Chile, orientada a la entrega de servicios de Consultorías, Tecnológicas, Outsourcing y productos como software, almacenamiento, entre otros. Esta empresa no está relacionada directamente con el rubro de la construcción, salvo, cuando requiere la ejecución de edificación complementaria para alguno de sus servicios.

- a) Invitación al proceso de licitación: las licitaciones efectuadas por esta empresa son de carácter privado, por ende, solo quienes son invitados pueden presentarse a ofertar.
- b) Evaluación Técnica-Económica: una vez realizada la recepción las ofertas por parte de los licitantes invitados, estas son evaluadas técnicamente en aspectos como: Experiencia específica de la Empresa, Organización, Nómina y Currículo del Personal Profesional Clave, Planificación, Programación y Control de los Trabajos y Políticas de Protección Ambiental, cuyas ponderaciones dependen del tipo de proyecto a ser ejecutado. En lo que respecta a la evaluación de la Oferta Económica, se realiza una Nivelación y Homologación de las

ofertas, posterior a ello, se ordenan de menor a mayor, otorgándoles puntuación entre 100 y 0, respectivamente. Finalmente, ambas evaluaciones son ponderadas según lo determinado en las bases y con ello se conforma el puntaje final del contratista. Cabe mencionar que cualquier oferta incompleta, o que no cumpla con el esquema establecido en las bases de licitación podrán ser rechazadas.

- c) Adjudicación: en lo que respecta a la adjudicación, el oferente que obtenga el mayor puntaje final es quien se adjudica el contrato, no obstante la empresa se reserva el derecho de escoger a la más conveniente según sus intereses.

Como se puede observar, todos los sistemas analizados contemplan evaluación económica, no así evaluación técnica de la oferta, la cual está presente en proyectos más complejos, como es el caso de algunos proyectos del SERVIU o proyectos con otros estándares de calidad y de mayor envergadura como el caso de los proyectos de CODELCO o de Concesiones de Obras Públicas. Sin embargo, en los sistemas donde existe registro de los contratistas, éstos son evaluados técnicamente. Para realizar una comparación más comprensible, se tiene una tabla resumen (ver Tabla 2.1) la que muestra que procesos y consideraciones posee cada sistema.

En lo que respecta a los aspectos y características evaluadas, muchas de estas se repiten en los distintos mandantes estudiados. En las evaluaciones técnicas, o de precalificación, la experiencia en obras similares y los planes de trabajo es el aspecto más evaluado. A su vez, para las evaluaciones de las ofertas económicas, el precio de la oferta, es lo que siempre se evalúa, variando su forma de comparación entre los sistemas. Las ponderaciones que presentan cada una de las características evaluadas dependen tanto del mandante como del proyecto que se esté licitando. Para tener una visión más comparable entre cada mandante se tiene la tabla resumen de los aspectos y características evaluadas (ver Tabla 2.2).

No es posible determinar solo con la revisión de antecedentes que sistema es más eficiente que otro, ya que debemos evaluarlos en conjunto con los resultados de las obras licitadas y así determinar si el contratista seleccionado cumplió los objetivos del mandate. Sin embargo, a juicio de la autora, se puede apreciar cuales serían los posibles pros y contra de los sistemas presentados, considerando que un sistema más tecnificado es preferible por sobre uno que quede muy abierto a los criterios del evaluador, así como también que sea más estructurado ya que le da mayor seguridad al contratista de cómo va a ser evaluado. También que el sistema logre evaluar que oferta, en sus aspectos técnicos y de acuerdo a los objetivos del mandante, pueda ser mejor que otra y que al momento de escoger, esta información esté a la mano del cliente quien le dará finalmente la relevancia a este aspecto respecto al costo, en la ponderación final de la evaluación (ver Tabla 2.3).

Empresa	Sector	Registro o Base de datos de Contratista	Precalificación	Evaluación Técnica	Evaluación Económica	Criterio de Adjudicación	Calificación
Coordinación de Concesiones de Obras Públicas	Público	Registro General de Contratistas del MOP	Depende del proyecto	SI	SI	Oferta más económica. En caso de realizarse evaluación técnica, se considera el mayor puntaje.	NO
Dirección de Vialidad	Público	Registro General de Contratistas del MOP	NO	Depende del proyecto	SI	Oferta más económica. En caso de realizarse evaluación técnica, se considera el mayor puntaje.	SI
Servicio de Vivienda y Urbanización	Público	Registro Nacional de Contratistas (RENAC)	NO	Depende del proyecto	SI	Oferta más económica. En caso de realizarse evaluación técnica, se considera el mayor puntaje.	SI
CODELCO	Público	Base de Datos	Depende del proyecto	SI	SI	Mayor puntaje o más conveniente para el mandante.	SI
Empresa I	Privado	Base de Datos	NO	SI	SI	Puntaje más alto.	SI
Empresa II	Privado	Base de Datos	SI	SI	SI	Más conveniente para el mandante, según sus intereses.	NO
Empresa III	Privado	Base de Datos	NO	SI	SI	Mayor puntaje o más conveniente para el mandante.	NO

**Tabla 2.1 Resumen Sistemas de Licitaciones.**

A modo de comentario, de acuerdo la documentación revisada y al juicio de la autora del presente estudio, se tiene que las entidades gubernamentales poseen protocolos más establecidos, donde una de sus causas es la necesidad de garantizar condiciones de igualdad y transparencia entre los oferentes a lo largo del proceso, lo cual es respaldado legalmente. No obstante, esto no asegura una correcta selección de contratistas, ya que depende de los aspectos evaluados y de las ponderaciones que éstas tengan. En el caso de las empresas privadas queda a la vista que la decisión final de la adjudicación, siempre queda sujeta a decisión del mandante, sin embargo, si ésta no es complementada con una buena evaluación, se puede estar cometiendo un error al escoger una por sobre otra. También se observa que poseen sistemas más tecnificados para la evaluación, salvo la segunda empresa estudiada, empleando tablas y ponderadores para cada característica los cuales son enseñados a los contratistas en las bases de licitación, punto que también se observa en el sistema empleado por CODELCO.

Empresa	Aspectos y Características Evaluadas		
	Precalificación	Evaluación Técnica	Oferta Económica
Coordinación de Concesiones de Obras Públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Económico: Patrimonio contable mínimo</li> <li>·Experiencia: Experiencia mínima en proyectos determinados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Garantía de Seriedad de Oferta</li> <li>·Aceptación de estudios Preferenciales</li> <li>·Plan de Operación</li> <li>·Otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Estructura tarifaria</li> <li>·Plazo Concesión</li> <li>·Subsidio del Estado al Oferente</li> <li>·Premio al Postulante, etc.</li> </ul>
Dirección de Vialidad	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Programa de Trabajo,</li> <li>·Análisis de Precios Unitarios,</li> <li>·Programa ocupacional de la mano de obra</li> <li>·Otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Precio de la Oferta</li> </ul>
Servicio de Vivienda y Urbanización	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Calidad de Insumos</li> <li>·Sist. Tecnológicos empleados</li> <li>·Otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Puntaje Precio o Precio de la Oferta</li> </ul>
CODELCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Gestión de Riesgo: Cotización Adicional diferenciada, Nº de Accidentes Fatales, otros.</li> <li>·Económicos y Financieros: Capital mínimo, Patrimonio mínimo, otros.</li> <li>·Experiencia: Años en la Industria, Facturación Anual, m<sup>2</sup> construidos.</li> <li>·Antecedentes Generales: Empresas inscritas en el MOP, otros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Metodología de Trabajo</li> <li>·Experiencia de la Empresa</li> <li>·Organización, Nómina y Currículo de profesionales Claves</li> <li>·Gestión de Riesgo</li> <li>·Desempeño del contratista en obras ejecutadas al mandate.</li> <li>·Otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Declaración de Remuneración</li> <li>·Oferta Económica Homologada</li> </ul>
Empresa I	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Programa de Obra</li> <li>·Organigrama</li> <li>·Recursos a utilizar</li> <li>·Experiencia en Obras similares</li> <li>·Plan de Calidad</li> <li>·Programa Previsión de Riesgo y Medio Ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Precio de la Oferta</li> </ul>
Empresa II	Registro de Trabajos antes realizados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Experiencia del Oferente en obras similares y con el mandante</li> <li>·Obras en ejecución</li> <li>·Programa de Trabajo.</li> <li>·Estudio de Precios Unitarios</li> <li>·Otros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Precio de la Oferta</li> </ul>
Empresa III	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Experiencia Específica de la Empresa</li> <li>·Organización, Nómina y currículum del Personal Clave</li> <li>·Planificación, Programación y Control de los Trabajos</li> <li>·Políticas de protección ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Precio de la Oferta</li> </ul>

**Tabla 2.2 Resumen Aspectos y Características Evaluadas.**

Empresa	Pro	Contras
Coordinación de Concesiones de Obras Públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistema estructurado y respaldado legalmente.</li> <li>· Se evalúan obligatoriamente características técnicas de la oferta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· No existe una calificación de la empresa en la ejecución del proyecto.</li> </ul>
Dirección de Vialidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistema estructurado y respaldado legalmente.</li> <li>· Registro de contratista determina tipo de proyectos que el contratista puede ejecutar, un área especializada realiza el proceso de precalificar al contratista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· No es obligatorio evaluar características técnicas de la oferta, solo se confirma el cumplimiento de requisitos.</li> <li>· Calificación del desempeño del contratista poco detallado, quedando muchos aspectos a juicio del único evaluador.</li> </ul>
Servicio de Vivienda y Urbanización	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistema estructurados y respaldado legalmente.</li> <li>· Registro de contratista determina tipo de proyectos que el contratista puede ejecutar.</li> <li>· Calificación del desempeño del contratista estructurado, detallado tanto en bases generales como las de licitación del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· No es obligatorio evaluar características técnicas de la oferta, solo se confirma el cumplimiento de requisitos, salvo determinados proyectos.</li> </ul>
CODELCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Evaluación técnica tanto de características del contratista como de su oferta, en cada proceso de licitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pautas de evaluación determinadas solo en las bases de licitación de cada proyecto, pudiendo variar aspectos evaluados y criterios entre proyectos.</li> </ul>
Empresa I	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Se evalúan aspectos técnicos tanto del contratista como de la oferta.</li> <li>· Aspectos evaluados son bien determinados en protocolos de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toda evaluación queda supeditada a aprobación del Administrador y Subgerente del proyecto, pudiendo no escoger al mejor evaluado.</li> </ul>
Empresa II		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistema no estructurado.</li> <li>· Queda a criterio del mandante al momento de la licitación si se realiza una evaluación técnica del contratista y de la oferta.</li> <li>· No se califica al contratista.</li> </ul>
Empresa III	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Se evalúan características técnicas de la empresa y de su oferta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La empresa se reserva el derecho a adjudicar el proyecto a la oferta más conveniente, sin ser la mejor evaluada.</li> </ul>

**Tabla 2.3 Pros y contras de sistemas estudiados.**

## 2.3 Teoría y Desarrollo Estadístico en la Selección de Contratistas

### 2.3.1 Metodologías aplicadas en selección de contratistas

La problemática de la selección de contratistas ha generado bastante investigación académica, en particular durante el periodo 1990-2009 (Holt, 2010). Holt realizó una revisión a más de 90 resultados académicos en esta materia, desarrollados en el periodo antes mencionado,



enfocándose en las metodologías aplicadas, el origen de los datos y las variables analizadas. Las metodologías empleadas en los estudios revisados son clasificadas en cinco enfoques metodológicos:

- Modelos Estadísticos/Deterministas
- Literatura y análisis documental
- Encuestas
- Otras formas estadísticas (no deterministas)
- Entrevistas

De este mismo estudio, se puede observar cuales fueron los enfoques más utilizados, el cual corresponde a modelos estadísticos/deterministas (ver Figura 2.2) y le sigue la literatura y análisis documental.

Así como Holt logra agrupar las metodologías en diferentes categorías, según los instrumentos de investigación empleados, estos instrumentos son estudiados con anterioridad en lo que respecta a su uso y al grado de subjetividad (Holt, 1998) obteniendo una completa revisión de las metodologías utilizadas, a la fecha de estudio (1998), lo cual se resume en la Tabla 2.4.

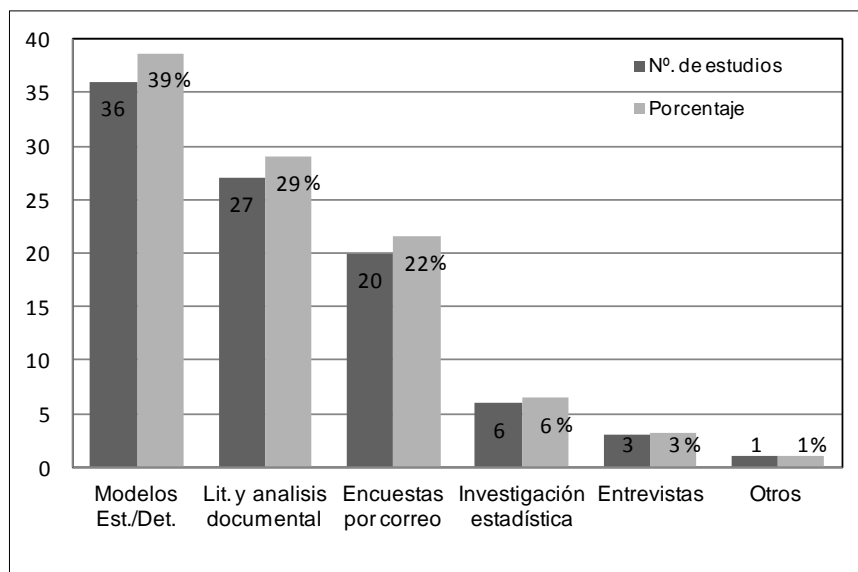


Figura 2.2 Resumen de enfoques metodológicos empleados (Holt, 2010).

Metodología	Características principales	
	Uso conocido	Grado de subjetividad
Métodos "ordenados"	Perfila entre los practicantes de la industria	Entradas y salidas muy subjetivas
Análisis multiatributos	Modelos de puntajes simple usados por la industria, algunos usos académicos	Entradas descansan sobre una evaluación subjetiva de los atributos
Teoría de utilidad multiatributo	Evidencia de uso académico	Entradas convierten los datos cualitativos a cuantitativos
Regresión múltiple	Evidencia de uso académico	Datos de intervalos propensos a la evaluación subjetiva
Análisis por grupos	Limitado (véase Holt, 1996)	Ninguno si se usa datos multivariados "crudos"
Teoría de conjuntos difusos	Evidencia de uso académico	Alcance para el desarrollo de perfiles del atributo
Análisis discriminante multivariado	Usos previos (Véase Tam y Harris, 1992)	Cuantitativo
General performance model	Evidencia de uso académico pero en otras áreas	Combina entradas subjetivas con información empírica

**Tabla 2.4 Matriz de metodología de selección de contratistas (Alarcón & Mourges, 2000).**

Las metodologías estadísticas son las más empleadas, utilizando un instrumento de estudio o una combinación de éstos, obteniendo como resultado modelos de selección, de evaluación o predicción, de preselección, entre otros (Holt, 2010).

### 2.3.2 Regresiones lineales múltiples como herramientas de estudio

Como se planteó en el punto anterior, la metodología estadística/determinística, es una de las más empleadas. Dentro de estas se encuentra el análisis de Regresión Múltiple, el cual ha sido utilizado para el desarrollo de modelos predictivos de desempeño de contratistas (Tam & Harris, 1996), métodos de calificación de contratistas y desempeño (Wong, et al., 2003), entre otras aplicaciones. En este último estudio se sugiere la implementación de este tipo de herramienta para la clasificación de los contratistas.

El análisis de regresión múltiple es una técnica estadística que se utiliza para analizar la relación entre una única variable dependiente, o criterio, y varias variables independientes, o predictores. El objetivo de este análisis es utilizar los valores conocidos de las variables independientes para predecir la única variable criterio. Cada variable predictor es ponderada, de tal forma que las ponderaciones indican su contribución relativa a predicción conjunta, facilitando la interpretación de la influencia de cada variable en la realización de la predicción. Finalmente se obtiene una combinación lineal de las variables independientes que predicen la variable dependiente

$$Y = C_0 + \sum_{i=1}^n V_i C_i$$

donde  $Y$  representa la variable dependiente,  $C_0$  es la constante que representa la intercepción de la función sobre el eje  $y$ ,  $V_i$  las variables dependientes,  $C_i$  los coeficientes de cada variable y  $n$  el número de variables independientes del modelo.

Con el fin de desarrollar un correcto estudio estadístico se deben cumplir determinados supuestos y pasos en el análisis que permiten obtener mejores resultados, más fidedignos y estadísticamente significativos. Estos supuestos corresponde a normalidad, linealidad y homocedasticidad<sup>8</sup> de las variables y resultado (Hair *et al*, 1999) y los pasos que conforman el proceso de modelización son los detallados a continuación.

- I. Determinación del Problema de investigación: en esta etapa se deben determinar los objetivos de estudio y seleccionar las variables a ser analizadas, tanto dependientes como independientes.
- II. Diseño de la Investigación: en este paso del análisis se debe determinar el tamaño muestral, analizar la naturaleza de las variables y crear variables adicionales, en el caso de emplear variables no métricas entre otras causas.
- III. Verificación de los supuestos del análisis multivariante: en esta etapa se deben corroborar los supuestos de este tipo de análisis y realizar las transformaciones respectivas si es necesario.
- IV. Determinación del modelo de regresión y valoración: en este punto del análisis se debe determinar que variables independientes son significativas en la predicción de la variable dependiente, para lo cual se emplean diferentes métodos, por búsqueda secuencial (paso a paso y adición progresiva y eliminación regresiva), métodos combinados. Donde ambos métodos buscan el mejor ajuste del modelo, obteniendo el mayor  $R^2$  ajustado ( $\bar{R}^2$ ). Luego se debe realizar la regresión lineal multivariante, y una vez obtenido el modelo de deben examinar la significancia estadística de éste, e identificar las observaciones influyentes.
- V. Interpretación del valor teórico de la regresión: una vez obtenido el modelo y examinado respecto a su significación, se debe interpretar el valor teórico de la regresión evaluando los coeficientes estimados. Para lo cual se debe realizar la estandarización de los coeficientes de regresión mediante el cálculo de los coeficientes beta<sup>9</sup> y evaluar la multicolinealidad.
- VI. Validación de los resultados: finalmente, es necesario asegurar que los resultados obtenidos represente a la población general del estudio, y determinar en qué situaciones puede ser utilizada.

---

<sup>8</sup> Ver definición en Anexo A.

<sup>9</sup> Ver Anexo A.

## Capítulo 3

# Marco de Estudio

### 3.1 Proyectos Edificios para Supermercados

Los proyectos seleccionados para el estudio, corresponden a 11 proyectos de construcción de edificios de supermercados, cuyos alcances serán detallados a lo largo de este capítulo. Estos proyectos poseen un mismo y único mandante, son ejecutados por 5 distintas Empresas Constructoras y la inspección técnica es realizada por la empresa que facilitó los antecedentes para el estudio.

#### 3.1.1 Características Generales de los Proyectos de Edificios para Supermercados

Los proyectos de edificios para supermercado corresponden a proyectos de construcción por medio de contratos a suma alzada. Estos proyectos consideran la construcción del edificio en su totalidad, incluidas obras exteriores, sus accesos y desarrollo vial adyacente, como también la gestión de todos los permisos para el funcionamiento del establecimiento.

Estos edificios constan de un primer nivel con salas de ventas, oficinas administrativas, bodegas y trastiendas (proyecto B contempla la construcción de un subterráneo para estacionamientos), donde su estructura corresponde a fundaciones de hormigón armado, muros de albañilería y estructuras metálicas.

Las especialidades que se consideran en el diseño de estos proyectos son:

- Arquitectura
- Cálculo
- Instalaciones Sanitarias
- Ingeniería Eléctrica
- Climatización
- Extinción y Detección de Incendios
- Mecánica de Suelos

- Estudio de Accesos
- Carga Combustible
- Vías de Evacuación
- Pavimentación y Aguas Lluvias
- Iluminación
- Topografía

Los nombres de los proyectos serán tratados con reserva, por temas de confidencialidad, así que estos serán nombrados de la A a la K.

### **3.2 Similitud entre los Proyectos de Edificios para Supermercados**

Una cualidad importante de este conjunto de proyectos, y que da sentido al estudio, es la similitud existente entre éstos. Esta similitud se presenta en las siguientes características generales:

#### **3.2.1 Cliente**

El mandante, o cliente, que solicita el proyecto es el mismo para todos los proyectos, por temas de confidencialidad su nombre se mantendrá en reserva, no obstante, el cliente corresponde a una empresa internacional de retail, la cual se encuentra en un estado de expansión a lo largo de Chile. También cabe mencionar, que tanto la coordinación e inspección técnica de los proyectos, fueron solicitadas por el mandante a una misma empresa.

#### **3.2.2 Proyecto**

Con el fin de determinar la similitud de los proyectos, se identificaron los proyectistas de cada una de las especialidades, los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de construcción y los plazos finales de las obras, una vez adjudicadas. Para lo cual se estudiaron las bases administrativas y contratos.

En lo que respecta a los proyectistas, se identificaron 27 diferentes proyectistas, entre las 13 especialidades que contemplan los proyectos, quienes en la mayoría de los casos, participaron en más de una especialidad. El número de proyectistas por especialidad varió entre uno a cuatro, lo cual se puede observar en la Tabla 3.1, la que entrega los porcentajes de participación en el conjunto de proyectos analizados. Como también se puede observar que por especialidad existe participación importante (mayor al 50 % de los proyectos) de un mismo proyectista. Por lo tanto se puede verificar que la mayoría de los cálculos, estudios y planos fueron realizados por los mismos proyectistas.

<b>Clima</b>		<b>Eléctrico</b>		<b>Sanitario</b>	
Proyectista J	89%	Proyectista L	22%	Proyectista E	78%
Proyectista K	11%	Proyectista M	78%	Proyectista T	22%
<b>Aguas Lluvias</b>		<b>Iluminación</b>		<b>Topografía</b>	
Proyectista D	22%	Proyectista N	56%	Proyectista U	71%
Proyectista E	78%	Proyectista O	22%	Proyectista W	14%
Proyectista F		Proyectista P	22%	Proyectista X	14%
<b>Calculo</b>		<b>Mecánica de Suelo</b>		<b>Protec. incendio</b>	
Proyectista H	89%	Proyectista E	67%	Proyectista E	11%
Proyectista I	11%	Proyectista R	33%	Proyectista G	11%
<b>Accesos</b>		<b>Pavimentación</b>		<b>Proyectista J</b>	
Proyectista A	56%	Proyectista D	22%	Proyectista S	22%
Proyectista B	11%	Proyectista E	78%	<b>Carga Combustible</b>	
Proyectista C	33%	Proyectista F		Proyectista J	
<b>Vías de evac. y c.c</b>		<b>Arquitectura</b>		100%	
Proyectista J	100%	Proyectista G	100%		

**Tabla 3.1 Porcentaje de Participación de Proyectistas por especialidad.**

En la Tabla B. 1 del Anexo B, se puede observar los metros cuadrados de construcción que comprende cada proyecto como también los plazos, según las bases de administración especiales, donde el promedio de m<sup>2</sup> de construcción corresponde a 3400 m<sup>2</sup>, con un plazo promedio de 89 días.

De los 11 proyectos estudiados, cabe mencionar que dos de ellos corresponden a proyectos de habilitación, los cuales no comprenden construcción, no obstante considera las instalaciones eléctricas, sanitarias, clima, redes de incendio, cámaras refrigerantes, terminaciones, etc.

### 3.2.3 Geográfica

Otra similitud que se puede observar en estos proyectos (ver Tabla 3.2), son las comunas de emplazamiento de estos. Los proyectos se ubican en distintas regiones de nuestro país, desde la IV hasta la VIII región. A pesar de esta diversidad de comunas, todos los proyectos son desarrollados en zonas urbanas, con comercio propio, y cercanas a las capitales de las regiones, donde se tiene fácil acceso a materiales, mano de obras, etc.

Proyecto	Comuna emplazamiento
A	CERRILLOS
B	COQUIMBO
C	LIMACHE
D	SAN CARLOS
E	VALPARAISO
F	CONSTITUCIÓN
G	LOS ANGELES
H	PENCO
I	TOME
J	TALCA
K	TALCA

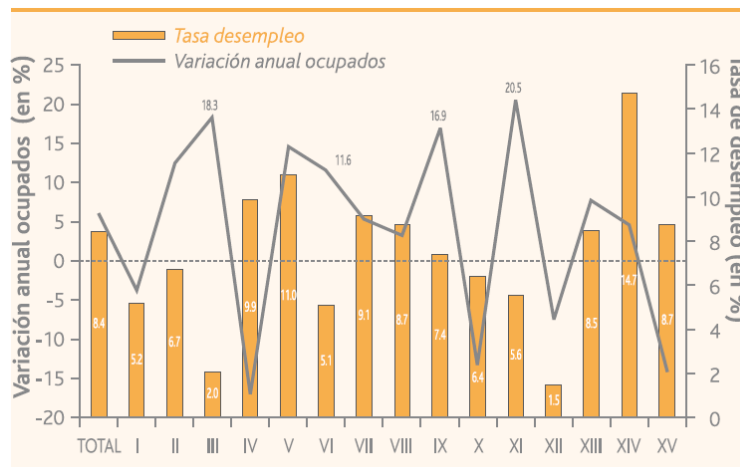
**Tabla 3.2 Comunas de emplazamiento proyectos.**

### 3.2.4 Económica

Todos los proyectos empleados en el desarrollo del modelo son ejecutados durante el año 2011 y principio del 2012, por lo cual la situación social y económica es la misma para todos, a 4 años de la Crisis Subprime y a uno del terremoto del 27 de Febrero.

En lo que respecta a la mano de obra, según el informe MACH (2011) de la Cámara Chilena de la Construcción, se mantiene una cierta escasez relativa de la mano de obra para la construcción, lo cual se debe al repunte del sector inmobiliario que absorbe gran parte de la misma. También se observan tasas de desempleo similares entre las regiones de emplazamiento de los proyectos (ver Figura 3.1). No obstante y como se mencionó anteriormente, esto afecta de igual forma a todos los proyectos.

El acero, principal material empleado en este tipo de proyectos, presenta una pequeña alza en su precio y consumo, en lo que va de estos últimos 3 años (ver Figura 3.2), según el informe de clasificación para la CAP S.A. desarrollado por Feller Rate, clasificadora de riesgos (Informe CAP, 2012). Este análisis fue desarrollado posterior a la crisis Subprime del 2008 y al terremoto del 27 F, donde este último provocó disminución de productividad del mercado del acero chileno, el cual repunta durante el 2011. Al igual que la mano de obra, lo observado en el mercado del acero afecta de la misma manera a todos los proyectos en estudio.



Fuente: CChC en base a información del INE.

Figura 3.1 Mercado Laboral Sector Construcción según regiones (Informe Mach, 2011).

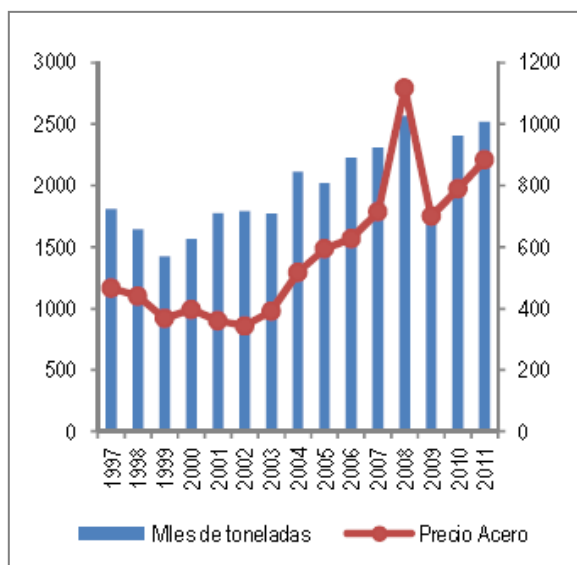


Figura 3.2 Consumo aparente del acero (Informe CAP, 2012).

Finalmente lo que respecta al hormigón y su disponibilidad, las grandes empresas productoras y distribuidoras de hormigón se pueden encontrar a lo largo de todo Chile. Con plantas de producción en ciudades de la zona norte como, La Serena, Coquimbo, Copiapó, entre otras, en la zona centro en ciudades como Santiago, Curicó, Talca, Constitución, Viña del Mar y Concón y zona sur, en Chillan, Talcahuano, Tomé, Los Ángeles, Temuco, entre otras. Teniendo de esta forma una completa cobertura de las zonas donde se sitúan los proyectos en estudio.



### 3.3 Eliminación previa de variables

Los proyectos de construcción se ven influenciados por distintas variables que afectan su desempeño y desarrollo, variables como las características propias de los proyectos, la economía y el mercado de la construcción, la zona de emplazamiento de los proyectos, el cliente, y de las constructoras que los ejecutan, entre otros. (Kog & Loh, 2012).

$$\text{Desarrollo de Obra} = f(\text{económica, geográfica, proyecto, contratista, cliente, oferta ...})$$

Como por ejemplo en el desarrollo de la ingeniería y la arquitectura el número de modificaciones puede influenciar en el desempeño de los contratistas. También la complejidad de los proyectos, donde los más complejos requieren de la coordinación de servicios y subcontratos especializados pudiendo demandar requisitos más estrictos por parte del cliente, así como también estos requisitos puede variar para un mismo tipo de proyecto dependiendo del mandante (Tam & Harris, 1996). Aspectos económicos y del mercado de la construcción que se reflejan en la variación de precios de insumos y mano de obra (Kog & Loh, 2012).

En este estudio se tiene una situación particular de similitud de los proyectos, la cual es parte de la motivación del estudio y es analizada en el punto anterior. Esta similitud permite realizar una eliminación previa de variables lo cual ayuda a la interpretación y/o implementación de los resultados.

Las variables que son eliminadas en este estudio corresponde a:

- Cliente
- Proyecto
- Geográfica
- Económica

Quedando para el análisis lo que respecta al contratista y su oferta, de lo cual se analizará las características propias de estos y su desempeño histórico.

$$\text{Desarrollo Obra} = f(\text{contratista, oferta})$$

## Capítulo 4

# Metodología

### 4.1 Modelo a desarrollar

La selección de contratistas es una de las decisiones más importantes para el mandante. Este ejercicio debe permitir al cliente confiar al contratista escogido, la responsabilidad de lograr un desempeño satisfactorio del proyecto (Holt, et al., 1994). Desempeño que se reflejan en los resultados obtenidos, los cuales se pueden medir en términos de tiempo, costo y calidad alcanzada (Holt, et al., 1995).

Es por esto último que el desarrollar un sistema de selección de contratista ajustado a los objetivos del mandante y del proyecto, y que a su vez sea una herramienta fácil de implementar y utilizar, facilita la toma de decisión a la cual se ve enfrentado el mandante.

En este estudio se desarrolla un modelo de evaluación técnica de las ofertas presentadas por los contratistas, y luego se caracterizan las empresas ejecutoras de los proyectos. En lo que respecta al modelo, éste es abordado desde dos puntos de vistas o variables dependientes, costos y plazo. La variable calidad no es medida debido a que la empresa no posee un sistema de evaluación de la calidad de la obra entregada ni de los requerimientos de servicios de post-venta, así como también que las obras fueron estudiadas post ejecución de éstas, eliminando la posibilidad de realizar un propio registro para el estudio. Estas variables dependientes serán analizadas como desviación de costos<sup>10</sup> y desviación de plazo<sup>11</sup>, ya que de esta forma es más fácil su interpretación y posterior análisis.

En el desarrollo de los modelos se utilizan antecedentes de ejecución y resultados, de obras de construcción de edificios para supermercados, los cuales son obtenidos por medio de la Inspección Técnica de Obras ITO<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Desviación de costos = Adicionales/Costo Presupuestado, revisar con mayor detalle 4.2.1.

<sup>11</sup> Desviación de plazo = (Duración real- Duración programada) / Duración programada, revisar con mayor detalle 4.2.1.

<sup>12</sup> ITO, Inspectores Técnicos de Obras, corresponden a los profesionales y/o técnicos encargados de fiscalizar e inspeccionar la correcta ejecución de la obra, pasando a ser la voz técnica del mandante.

El modelo a desarrollar corresponde a un modelo lineal, el cual es derivado por medio de regresiones lineales múltiples (LRM). Se selecciona esta metodología con el fin de obtener un modelo de fácil comprensión e implementación y una vez obtenido los coeficientes que ponderan a cada una de las variables, estos sean puestos en una en un programa que facilite su cálculo, como por ejemplo Excel y se obtengan las aproximaciones de desviaciones de plazo y costos.

Como primer paso se realiza una selección previa de variables de acuerdo a una revisión bibliográfica, consultas a expertos y antecedentes proporcionados. Una vez determinadas estas variables se seleccionan las que son relevantes para el desarrollo del modelo, para lo cual se analizan estadísticamente las correlaciones existentes entre las variables dependientes e independientes y se emplea el método de búsqueda secuencial para determinar las combinaciones de variables que entreguen las regresiones más significativas. Finalmente se caracterizan las empresas constructoras que desarrollaron los proyectos en estudio.

Para llevar a cabo la metodología expuesta, se emplea el software estadístico IBM SPSS Statistics 19, así como también para lograr un buen uso de éste, se utiliza literatura de especializada (Pérez, 2005).

A continuación se presenta un diagrama de flujo de la metodología, dando a conocer cada paso y los resultados a obtener en cada uno de ellos (ver Figura 4.1).

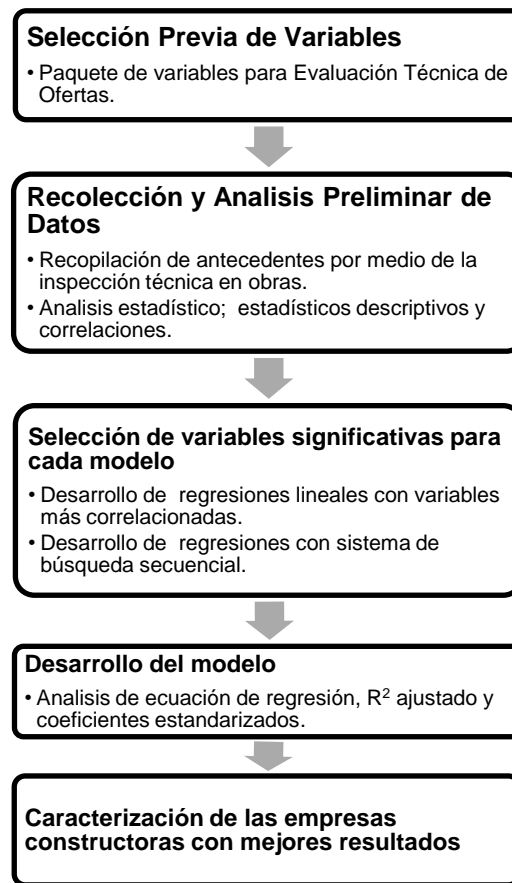


Figura 4.1 Diagrama de flujo metodología aplicada.

## 4.2 Información sobre proyectos de construcción en estudio

Variada es la información que se registra en la ejecución de un proyecto, como por ejemplo nomina de trabajadores y subcontratos, informes de avance de obras, registros de accidentes, registro de adicionales, etc., Sin embargo, no toda esta información es trascendental para calificar una empresa constructora en su desempeño y trayectoria, y por ende, seleccionarla para la ejecución del proyecto. Es por ello que se debe hacer una primera selección de características e indicadores que sean relevantes y medibles por el mandante.

Debido a lo anterior, se lleva a cabo una primera selección de variables de acuerdo a la revisión realizada a los sistemas de selección de contratistas que se describe en el capítulo 2 y al estudio bibliográfico realizado<sup>13</sup>.

A continuación se muestran las características seleccionadas como paquete preliminar.

<sup>13</sup> (Tam & Harris, 1996), (Kumaraswamy & Matthews, 2000) (Alarcón & Mourgues, 2000) (Wong, et al., 2003)

#### 4.2.1 Variables para Evaluación Técnica de Ofertas

- **Plazo Programado del Proyecto:** corresponde al tiempo programado para la ejecución de la totalidad del proyecto, el cual es determinado por la constructora al momento de presentarse a la licitación. El plazo total del proyecto considera el funcionamiento óptimo del establecimiento, es decir, los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, gas, telefonía y datos, deben estar habilitados por las empresas de servicios correspondientes.
- **Duración Real del Proyecto:** corresponde al tiempo real de ejecución de la obra, considerando como fecha de término una vez que el supermercado se encuentre en funcionamiento óptimo, es decir, servicios básicos de electricidad, agua potable, alcantarillado, gas, telefonía y datos, deben estar habilitados por las empresas de servicios correspondientes.
- **Costos Directos Presupuestados:** son los costos por concepto de material, mano de obra, maquinarias y subcontratos, correspondientes directamente a la ejecución de una obra de construcción. Estos costos son presentados en los presupuestos de las ofertas.
- **Gastos Generales Presupuestados:** corresponde a todos aquellos costos que no pueden ser asociados a alguna partida de la obra de construcción, como por ejemplo, instalaciones provisorias, costos financieros, gastos oficina central, entre otros. Estos costos son parte del presupuesto presentado en la oferta.
- **Utilidades Presupuestadas:** esta variable corresponde a las utilidades pretendidas por las empresas constructoras, las que son declaradas en el presupuesto para licitación.
- **Costo Neto Presupuestado:** corresponde al costo neto (sin IVA) presupuestado por las empresas constructoras al momento de la licitación.
- **Adicionales:** se define como adicionales, a la disminución o aumento de obra, lo cual corresponde a la variación de cubicación de todas aquellas partidas de obras incluidas en el presupuesto original, que por solicitud del mandante se aumenten o disminuyan en cantidad o calidad o simplemente se eliminen.
- **Nº de Subcontratos:** corresponde al número de subcontratos que son empleados por las constructoras para el desarrollo del proyecto. Se pretende analizar esta variable desde el punto de vista de gestión, es decir, del manejo que tiene la constructora con un determinado número de subcontratos.

- **Título del Profesional en Obra:** como profesional en obra se considera al Administrador de Obra, quien es la persona con mayor jerarquía en el organigrama y se pretende ver si el título profesional que posee influye en los resultados de la obra.
- **Años de Antigüedad del Profesional en Obra:** corresponde a los años trabajados en la empresa constructora que ejecuta la obra, con lo cual se quiere analizar si el know how adquirido por el administrador en la empresa influye en los resultados de la obra.
- **Años de Experiencia del Profesional en Obra:** esta variable corresponde a los años trabajados desde la titulación del Administrador de Obra. Con lo cual se pretende ver si la experiencia del profesional en obra influye en la ejecución de ésta.
- **Razón utilidades/costos directos:** tal como su nombre lo dice esta variable corresponde a la razón entre la utilidad y los costos directos presupuestados por la empresa contratista con el cual se adjudicaron la ejecución del proyecto:

$$R_{\text{utilidad-costos directos}} = \frac{\text{Utilidades presupuestadas}}{\text{Costos Directos presupuestados}}$$

- **Razón gastos generales/costos directos:** esta variable corresponde a la razón entre los gastos generales y los costos directos, ambos presupuestados por la empresa contratista y con el cual se adjudicaron la ejecución del proyecto:

$$R_{\text{gastos generales-costos directos}} = \frac{\text{Gastos Generales presupuestados}}{\text{Costos Directos presupuestados}}$$

- **Desviación de Plazo:** corresponde a la razón entre la diferencia de la duración real del proyecto y el plazo programado del proyecto sobre el plazo programado:

$$\Delta_{\text{Plazo}} = \frac{\text{Duración real del proyecto} - \text{Plazo Programado del proyecto}}{\text{Plazo programado del proyecto}}$$

- **Desviación de Costos:** corresponde a la razón entre el total de adicionales facturados por el contratista durante la ejecución de la obra y el costo neto del proyecto:

$$\Delta_{\text{Costos}} = \frac{\text{Adicionales}}{\text{Costo Neto del Proyecto}}$$

En la Tabla 4.1 se presenta un resumen de las variables de la categoría con sus posibles respuestas y unidades de medida.

Variables de Evaluación Técnica de Oferta	Observaciones
Plazo Programado del Proyecto	Tiempo programado de ejecución del proyecto en días.
Duración Real del Proyecto	Tiempo real de ejecución del proyecto en días.
Costos Directos Presupuestados	Costos Directos presupuestados en millones.
Gastos Generales Presupuestados	Gastos Generales presupuestados en millones.
Utilidades Presupuestadas	Utilidades presupuestadas en millones.
Costo Neto del proyecto	Costo Neto presupuestado en millones.
Adicionales	Monto Total de adicionales en millones.
Nº de Subcontratos	Nº total de subcontratos del proyecto.
Título del Profesional en Obra	·Ingeniero Civil ·Ingeniero Constructor ·Constructor Civil ·Ingeniero en Ejecución
Años de Antigüedad del Profesional en Obra	Total de años trabajados, del Administrador de obras, en la empresa constructora.
Años de Experiencia del Profesional en Obra	Total de años de experiencia del Administrador de obras, desde la titulación.
Razón utilidades/costos directos	Valor numérico mayor que cero.
Razón gastos generales/costos directos	Valor numérico mayor que cero.
Desviación de Plazo	Razón entre duración real y duración programada
Desviación de Costos	Razón entre adicionales y costo neto presupuestado

**Tabla 4.1 Resumen Características de Evaluación Técnica de Ofertas.**

De las variables antes mencionadas, la que serán utilizadas en el desarrollo del modelo corresponden a las que se detallan a continuación, debido a que esta composición de variables es más representativa del problema al que se quiere dar solución, así como también se pretende disminuir la variabilidad de los coeficientes por medio de la normalización de algunas de ellas y la homogenización de las escalas.

- Razón utilidades/costos directos
- Razón gastos generales/costos directos
- Nº de Subcontratos
- Título del Profesional en Obra
- Años de Experiencia del Profesional en Obra
- Años de Antigüedad del Profesional en Obra

### 4.3 Recolección y Análisis Preliminar de Datos

La recopilación de antecedentes para el estudio se realizó por medio de los Inspectores Técnicos de Obras, y los Jefes de ITO, los cuales proporcionaron la documentación registrada durante la ejecución de los proyectos y realizaron los contactos con las empresas constructoras, como también por el sistema de comunicación entre la empresa que presta el servicio de ITO y la empresa constructora.

Los documentos revisados correspondieron a Bases Administrativas Generales y Especiales, Contratos, Cartas de Adjudicación, Registro de Adicionales, Reportes semanales de prevención de riesgos, Programas de Trabajos, Organigrama de las Obras, Certificados de Mutualidad, entre otros.

En el Anexo B se presenta el registro final de todos los proyectos y las constructoras con sus respectivas características (Tabla B.1, Tabla B.2).

De las 11 obras en análisis dos de éstas han sido descartadas, debido a que los proyectos solo contemplaron la habilitación de los servicios y no la construcción del edificio de supermercado. En un comienzo, estas serían consideradas, pero debido al posible condicionamiento de los resultados que podrían ejercer (ya que corresponden a un 20% de la muestra), se ha tomado la decisión de eliminarlas del estudio. Es por ello que se utilizan ocho obras para la determinación del modelo y una para probarlo.

Respecto a los antecedentes revisados, los adicionales que se encontraban en estado pendientes, fueron considerados como adicionales aprobados, ponderándolos por un factor de acuerdo al historial de cambio en los montos solicitados y aprobados.

En la Tabla 4.2 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas de la Evaluación Técnica de Ofertas, donde se puede observar que las desviaciones de plazo son mayores que las de costos y la mayor razón es la de gastos generales sobre las de costos directos.



Variables cuantitativas	N	Estadísticos descriptivos			
		Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Años de Antigüedad del Profesional en Obra ( $X_1$ )	9	0	8	5	3
Años de Experiencia del Profesional en Obra ( $X_2$ )	9	5	14	8	4
Nº de Subcontratos ( $X_3$ )	9	4	29	18	7
Razón gastos generales/costos directos ( $X_4$ )	9	0.08	0.13	0.11	0.02
Razón utilidades/costos directos ( $X_5$ )	9	0.02	0.08	0.06	0.02
Desviación de Costos ( $Y_1$ )	9	0.07	0.31	0.15	0.07
Desviación de Plazo ( $Y_2$ )	9	0.09	0.48	0.32	0.11

**Tabla 4.2 Estadísticos descriptivos de variables cuantitativas de Evaluación Técnica de Ofertas.**

La variable Título del Profesional en Obra es transformada en variables ficticias<sup>14</sup> para poder realizar la regresión multilínea, donde se consideraron 3 categorías, Ingeniero Civil, Constructor Civil o Ingeniero Constructor e Ingeniero de Ejecución. Los títulos Constructor Civil e Ingeniero Constructor, son considerados como una misma categoría, al igual que en las licitaciones públicas<sup>15</sup> del MOP, lo que facilita la transformación de la variable, disminuyendo el número de categorías a utilizar. La variable fue transformada en 2 variables ficticias, Ingeniero Civil ( $X_{6.1}$ ) y Constructor Civil ( $X_{6.2}$ ), y la categoría omitida, o de referencia, corresponde a Ingeniero de Ejecución. Esto se observa en la Tabla 4.3, junto con los estadísticos. Cabe mencionar que las estas variables ficticias, siempre serán analizadas en forma conjunta, ya que si una de ellas es eliminada del análisis dejan de tener sentido como variable ficticia.

Variable cualitativa	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Título del Profesional en Obra ( $X_6$ )			
Constructor Civil o Ingeniero Constructor	5	56	56
Ingeniero Civil	3	33	89
Ingeniero de Ejecución	1	11	100
Total	9	100	

**Tabla 4.3 Frecuencias de variable cualitativa de Evaluación Técnica de Ofertas.**

Respecto a las correlaciones entre las variables dependientes e independientes, se observa en la Tabla 4.4 que las mayores correlaciones corresponden a las obtenidas para desviación de costos, con cinco correlaciones mayores que 0.4 ( $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_{6.1}$ ,  $X_{6.1}$ ) y de estas dos sobre 0.7. En cambio, para la variable desviación de plazo, solo se observa una correlación mayor que 0.4,  $X_3$ . En el siguiente punto del presente capítulo, estas correlaciones serán analizadas en

<sup>14</sup> Transformación que permite la inclusión de variables cualitativas en regresiones como variables cuantitativas (ver Anexo A).

<sup>15</sup> Según revisión realizada en Capítulo 2.

mayor detalle con el fin de obtener los modelos. Cabe mencionar que las correlaciones fueron realizadas entre las ocho muestras empleadas para el desarrollo del modelo.

En lo que respecta a los supuestos estadísticos del análisis, para revisar la normalidad se analizan los estadísticos de la curtosis y simetría, donde ambas deben dar valores menores a 1,96 (Hair, et al., 1999). De las muestras en estudio solo se tiene un par de casos donde no se cumple el supuesto (ver Anexo B, Tabla B. 4). Respecto a la linealidad y homocedasticidad, estas características son evaluadas una vez obtenidas las regresiones. No obstante, independiente de los resultados obtenidos para estos supuestos, este estudio pretende forzar la implementación de una relación lineal entre las variables.

Variables	Correlaciones								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6.1</sub>	X <sub>6.2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	1.00	0.63	-0.45	-0.17	0.33	0.32	-0.27	0.33	-0.40
Años de Experiencia del Profesional en Obra (X <sub>2</sub> )	0.63	1.00	-0.30	-0.34	-0.45	0.60	-0.44	0.70	-0.32
Nº de Subcontratos (X <sub>3</sub> )	-0.45	-0.30	1.00	0.50	-0.17	0.09	-0.47	0.02	0.55
Razón gastos generales/costos directos (X <sub>4</sub> )	-0.17	-0.34	0.50	1.00	0.51	0.04	-0.32	-0.41	0.25
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	0.33	-0.45	-0.17	0.51	1.00	-0.26	0.12	-0.59	-0.08
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.32	0.60	0.09	0.04	-0.26	1.00	-0.77	0.75	0.08
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	-0.27	-0.44	-0.47	-0.32	0.12	-0.77	1.00	-0.44	0.00
Desviación de Costos (Y <sub>1</sub> )	0.33	0.70	0.02	-0.41	-0.59	0.75	-0.44	1.00	-0.01
Desviación de Plazo (Y <sub>2</sub> )	-0.40	-0.32	0.55	0.25	-0.08	0.08	0.00	-0.01	1.00

**Tabla 4.4 Correlaciones de Pearson de variables de Evaluación Técnica de Ofertas.**

#### 4.4 Modelo de Evaluación Técnica de Ofertas

Luego de la primera selección de variables para el modelo de Evaluación Técnica de Ofertas, se procede a procesar los valores obtenidos, para así determinar cuáles son las variables relevantes en el estudio. Para lo cual se calcularon, previamente, las correlaciones entre las variables, obteniendo una primera aproximación de cuáles serían las variables a considerar en el modelo. No obstante para obtener la combinación final, se realizan las regresiones lineales múltiples y se analizan los  $R^2$  ajustados obtenidos y la significancia estadística de los coeficientes.

Las regresiones lineales múltiples son obtenidas por medio del software estadístico SPSS mediante los pasos que son detallados a continuación.

Lo primero que se realiza es el traspaso de la base de datos al software, el cual queda en una tabla donde las columnas corresponden a las variables y las filas a las muestras, como se presenta a la siguiente figura.

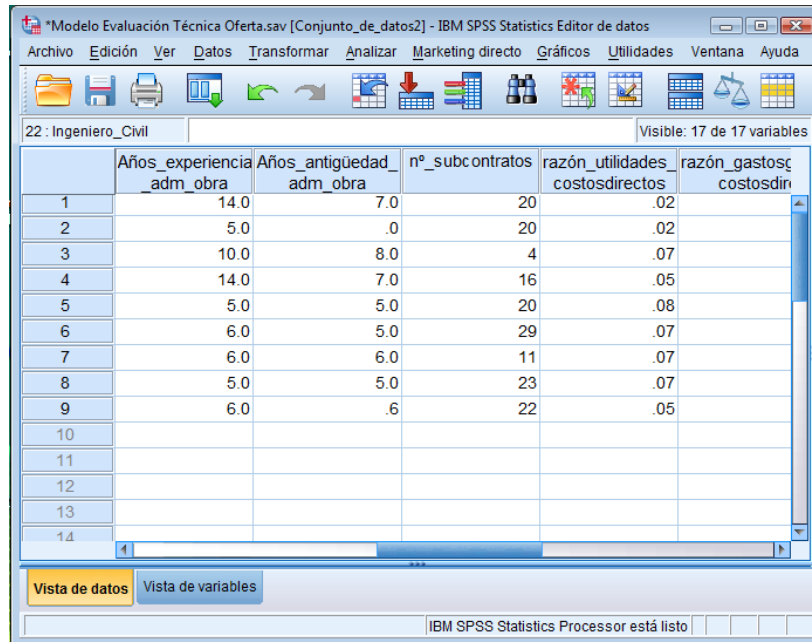


Figura 4.2 Traspaso de base de datos a software SPSS.

Una vez transferida la base de datos al programa, se procede calcular la regresión, como se muestra a continuación.

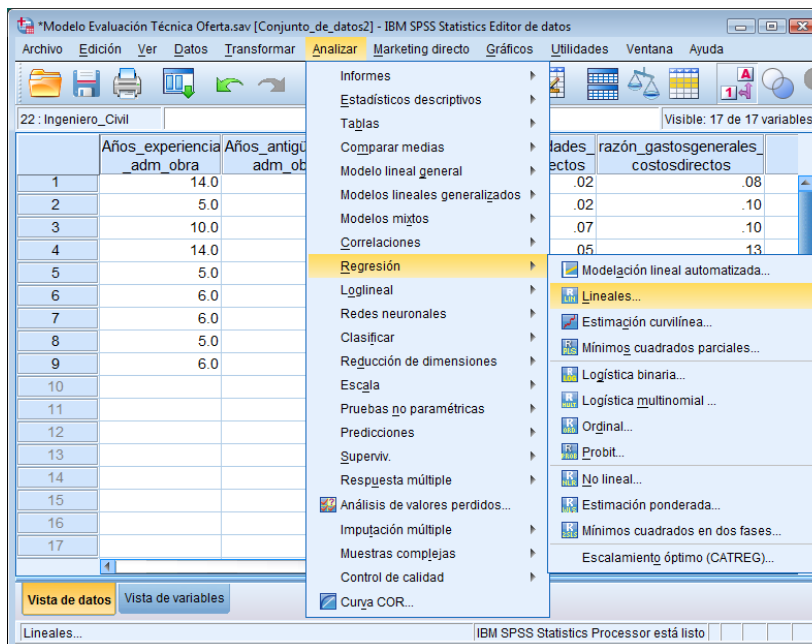


Figura 4.3 Acceso a análisis de datos y regresión lineal.

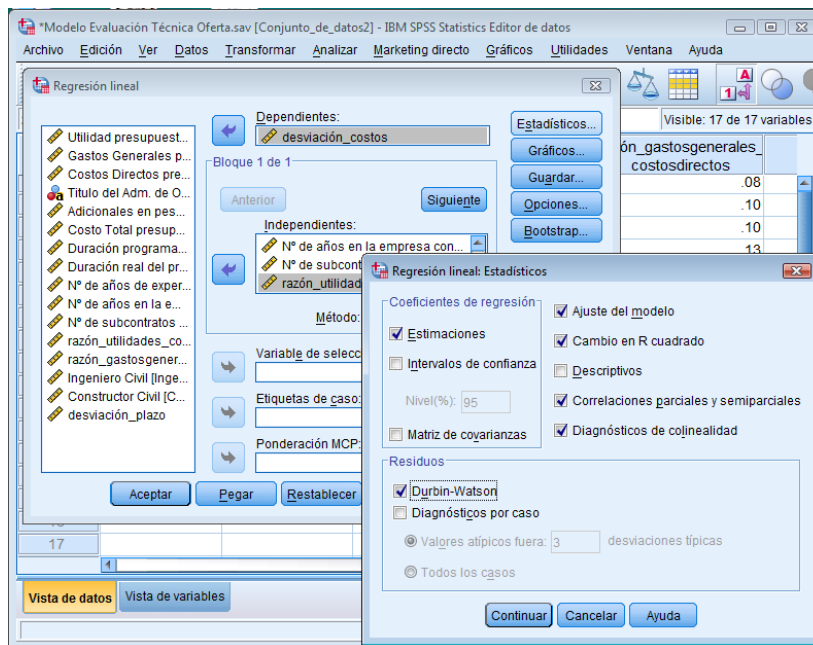


Figura 4.4 Selección de variables dependientes e independientes y estadísticos.

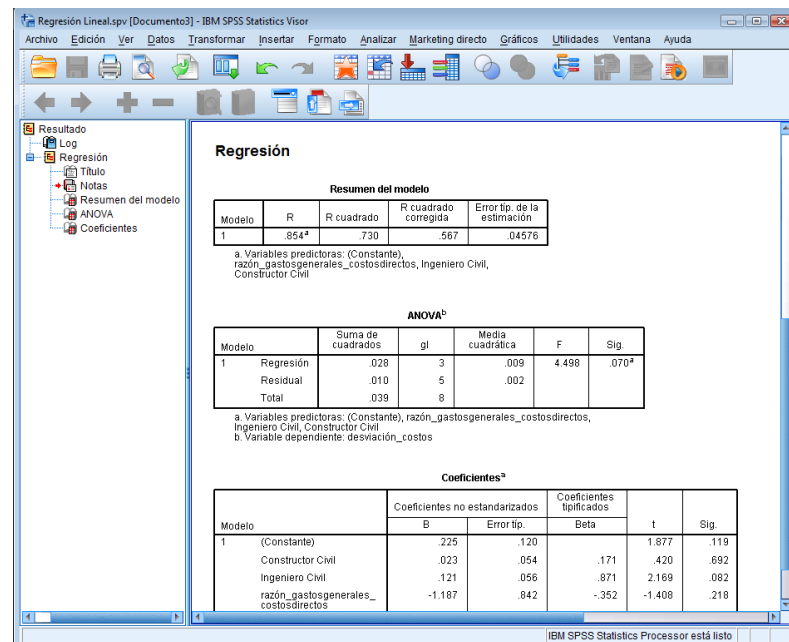


Figura 4.5 Respuesta del programa a la regresión multilíneal realizada.

#### 4.4.1 Regresiones para desviación de costos

Para comenzar con el análisis, se estudia el modelo con la variable desviación de costos como dependiente. De las correlaciones obtenidas entre las variables (Tabla 4.4), se tiene que las mayores correlaciones corresponden a Ingeniero Civil (0.75) y los Años de Experiencia del

Profesional en Obras (0.70), luego le siguen Razón de utilidades/ costos directos (0.59) y Constructor Civil (0.44). De acuerdo a estos valores se realizan las primeras regresiones lineales y se observan los  $R^2$  ajustados ( $\bar{R}^2$ ) obtenidos.

De las primeras regresiones obtenidas, se tienen  $\bar{R}^2$  igual a 0.50 y menores, por lo cual se decide realizar otras combinaciones de variables y aplicar el procedimiento de búsqueda secuencial para ver si se obtienen  $\bar{R}^2$  mayores. De esta forma se obtienen regresiones con valores de  $\bar{R}^2$  mayores a 0.60 y menores a 0.77, las que son detalladas a continuación, dando a conocer sus coeficientes no estandarizados y estandarizados (beta).

Regresión	Variables							$R^2$ ajustado
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_{6.1}$	$X_{6.2}$	
R1.1	√	√	x	√	√	√	√	0.770
R1.2	√	x	√	x	√	√	√	0.740
R1.3	√	√	x	x	√	√	√	0.687
R1.4	√	x	x	x	√	√	√	0.650

Tabla 4.5 Combinación de variables en regresiones y  $\bar{R}^2$ , desviación de costos.

- **R1.1**

$$Y = 0.095 + 0.058X_1 - 0.029X_2 + 2.150X_4 - 6.258X_5 + 0.135X_{6.1} + 0.082X_{6.2}$$

Variable	Coficiente Beta	Peso
$X_1$	1.925	25%
$X_2$	-1.545	20%
$X_4$	0.603	8%
$X_5$	-2.051	27%
$X_{6.1}$	0.950	12%
$X_{6.2}$	0.592	8%

Tabla 4.6 Coeficientes betas R1.1.

- **R1.2**

$$Y = -0.052 + 0.019X_2 + 0.005X_3 - 1.688X_5 + 0.138X_{6.1} + 0.109X_{6.2}$$

Variable	Coficiente Beta	Peso
$X_1$	0.637	18%
$X_3$	0.502	15%
$X_5$	-0.553	16%
$X_{6.1}$	0.968	28%
$X_{6.2}$	0.790	23%

Tabla 4.7 Coeficientes betas R1.2.

- **R1.3**

$$Y = 0.234 + 0.029X_1 - 0.014X_2 - 3.287X_5 + 0.115 X_{6.1} + 0.033X_{6.2}$$

Variable	Coefficiente Beta	Peso
$X_1$	0.971	25%
$X_2$	-0.775	20%
$X_5$	-1.077	28%
$X_{6.1}$	0.805	21%
$X_{6.2}$	0.243	6%

**Tabla 4.8 Coeficientes betas R1.3.**

- **R1.4**

$$Y = 0.131 + 0.011X_1 - 1.695X_5 + 0.099 X_{6.1} + 0.036X_{6.2}$$

Variable	Coefficiente Beta	Peso
$X_1$	0.358	19%
$X_5$	-0.556	30%
$X_{6.1}$	0.694	37%
$X_{6.2}$	0.264	14%

**Tabla 4.9 Coeficientes betas R1.4.**

Los supuestos estadísticos de normalidad, homocedasticidad y linealidad, se analizan por medio de los gráficos de residuos (de probabilidad normal y de dispersión) y de los gráficos de regresión parcial (ver Anexo C). Para tres de las cuatros regresiones se observa que la hipótesis de normalidad no se cumple, en cambio para R1.4, se observa cierta tendencia normal, no obstante, la observación no puede ser tan categórica, debido a los pocos puntos (muestras) que conforman el gráfico. De los gráficos de dispersión de los residuos se puede aceptar la hipótesis de homocedasticidad para todas las regresiones realizadas, ya que la nube de puntos no sigue ninguna pauta de asociación. La hipótesis de linealidad, no se corrobora en su totalidad, sin embargo, para las dos primeras regresiones (R1.1 y R1.2) todas las variables presentan cierta tendencia lineal.

En lo que respecta a los coeficientes obtenidos, se analiza si estos tiene o no un efecto en las variables, para lo cual se realizan los test de hipótesis, Prueba F y Prueba  $t^{16}$ , los cuales no se cumplen en ninguno de los casos. La autocorrelación de los errores es medida con el estadístico Durbin-Watson<sup>17</sup>, donde todas las regresiones obtuvieron valores mayores que dos y menores que tres (ver Anexo C), con lo cual se puede hablar de una baja presencia de autocorrelación adoptando una regla no demasiado rigurosa. Respecto a la multicolinealidad, se

<sup>16</sup> Ver Anexo A.

<sup>17</sup> Ver Anexo A.

analiza el Índice de condición<sup>18</sup>, donde se observan valores menores que 30 (ver Anexo C), verificando la no multicolinealidad de las variables, salvo en la regresión R1.1 (ver Tabla C. 3).

#### 4.4.2 Regresiones para desviación de plazo

Luego de realizar el análisis con la variable desviación de costos como variable dependiente, se continúa con la variable desviación de plazo. Para lo cual se revisan nuevamente las correlaciones obtenidas entre las variables (ver Tabla 4.4) donde se observan correlaciones bastante menores que las obtenidas en el análisis anterior. Se tiene que la mayor correlación obtenida corresponde al N° de subcontratos (0.55), le sigue, los Años de Antigüedad del Profesional en Obras (0,40) y Años de Experiencia del Profesional en Obras (0,32), el resto de los valores son menores a 0,30.

Se realizan las primeras regresiones considerando combinaciones de las variables  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ , obteniendo  $\bar{R}^2$  menores que 0.20 hasta valores negativos. Es por ello que se decide realizar regresiones lineales combinando todas las variables e implementando el sistema de búsqueda secuencial, a pesar de su baja correlación. Se obtienen nuevamente valores bajos y negativos de  $\bar{R}^2$ , a pesar de ello se observan casos mayores a 0.2, los cuales se presentan a continuación, junto con los coeficientes no estandarizados y estandarizados.

Regresión	Variables							$R^2$ ajustado
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_{6.1}$	$X_{6.2}$	
R2.1	x	x	√	x	x	√	√	0.345
R2.2	x	x	√	x	√	√	√	0.226

Tabla 4.10 Combinación de variables en regresiones y  $\bar{R}^2$ , desviación de plazo.

- **R2.1**

$$Y = -0.140 + 0.015 X_3 + 0.197 X_{6.1} + 0.249 X_{6.2}$$

Variable	Coefficiente Beta	Peso
$X_3$	1.028	33%
$X_{6.1}$	0.905	29%
$X_{6.2}$	1.184	38%

Tabla 4.11 Coeficientes betas R2.1.

<sup>18</sup> Ver Anexo A.

- **R2.2**

$$Y = -0.251 + 0.017 X_3 + 1.054X_5 + 0.231X_{6.1} + 0.278X_{6.2}$$

Variable	Coefficiente Beta	Peso
$X_3$	1.119	30%
$X_5$	0.226	6%
$X_{6.1}$	1.063	29%
$X_{6.2}$	1.322	35%

**Tabla 4.12 Coeficientes betas R2.2.**

Los supuestos estadísticos son analizados de igual forma que las regresiones de desviación de costos. Se corrobora la hipótesis de homocedasticidad y en algunos casos la de normalidad (ver Anexo C). En relación a la linealidad, se observa una tendencia lineal solo en la variable N° de Subcontratos, para ambas regresiones (ver Anexo C).

En lo que respecta a los test realizados, se tiene una situación parecida a la descrita anteriormente. De los test aplicados a los coeficientes, solo se cumple la Prueba t para la variable N° de Subcontratos, en ambas regresiones. Se verifica una muy baja presencia de autocorrelación en los errores, ya que se obtienen valores cercanos a dos, así como también la multicolinealidad es descartada debido a los bajos índices de condición obtenidos (ver Anexo C)

#### 4.5 Caracterización de las empresas constructoras ejecutoras

No tan solo los aspectos técnicos y de desempeño son importantes en la selección del contratista. Es importante conocer la historia de la empresa licitante, como es su origen y los años que llevan en el mercado, ya que los contratistas que han sobrevivido mucho tiempo en el mercado pueden ser más confiables, haber desarrollado mayor experiencia en el control y la gestión de las obras locales, entre otros aspectos (Tam & Harris, 1996). Esto debe ser complementado con una revisión de la actividad de la empresa en un periodo mínimo de años (últimos 3 a 5 años) donde haya sido “probada” en el mercado (Holt, et al., 1994), conociendo la variedad de proyectos desarrollados y envergadura de éstos (Singh & Tiong, 2006). Parte de lo que caracteriza al contratista es la experiencia acumulada a lo largo de los años, específicamente en proyectos similares al que se encuentra en licitación, lo cual se puede medir en m<sup>2</sup> construidos o montos facturados. Otros aspectos importantes son los que corresponden a prevención de riesgos y el equipo de trabajo, midiendo la accidentabilidad, experiencia, rango de edad y nivel profesional de quienes lo conforman, entre otros (Wong, et al., 2003).

A continuación se caracterizan las empresas constructoras que ejecutaron los proyectos en estudio en lo que respecta a su formación, estructura, experiencia, gestión y prevención, con el fin de obtener un perfil de éstas. De esta forma se podrá observar si existen características en



común o diferencias que permitan inferir alguna relación con sus resultados. Los antecedentes que serán dados a conocer son obtenidos de la documentación requerida al momento de la licitación de los proyectos en estudio, de las páginas web de las empresas y de la información solicitada a las mismas constructoras mediante entrevistas a sus administradores de obras y consultas por medio de la inspección técnica. Cabe mencionar que la constructora III no respondió a ninguna de las consultas realizadas directamente con ellos.

#### Constructora I

Empresa constructora e ingeniería, de origen familiar con 22 años en el mercado, ubicados en la ciudad de Santiago y con sucursal en La Serena y Chillán, la cual desarrolla proyectos en la zona norte y centro-sur del país. Proyectos de ingeniería, construcción, remodelación y administración, los cuales van desde los 60 a 10,000 m<sup>2</sup> y desde las 1,000 a 95,000 UF. El 2010 registran una facturación anual de 221,000 UF en aprox. 18,000 m<sup>2</sup> de construcción y para el 2011, 475,000 UF con 48,000 m<sup>2</sup> construidos. El mayor número de proyectos ejecutados, en estos últimos 5 años se registra en el área del retail, así como también en edificación de iglesias. Se encuentra afiliada a la Mutual de Seguridad de la CChC, registrando una tasa de cotización adicional del 2.25%<sup>19</sup>. La modalidad de compra empleada es mixta, es decir, parte de esta se realiza desde oficina central y la otra desde obra, lo cual depende del tipo de proyecto en ejecución.

#### Constructora II

Empresa de origen familiar, con 34 años en el rubro de la construcción y 10 en inmobiliaria, donde la incorporación de esta última área le da la actual figura legal de la empresa. Con casa matriz en Santiago y sucursal en Concepción logran abarcar proyectos a lo largo de todo Chile. Desarrollando mayoritariamente proyectos de retail, así como también centros comerciales y bancos. Esta empresa está asociada a la Cámara Chilena de la Construcción y se encuentra en vías de certificación de sus procesos por la norma ISO 9001. Actualmente realiza un control mensual de calidad a sus obras, como también capacitaciones a sus empleados, tanto de calidad, aspectos técnicos y de prevención de riesgo, apoyados por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) con quienes se encuentran afiliados, registrando una tasa de cotización adicional del 2,04%. Constan con 36 empleados de planta, principalmente profesionales, en su mayoría constructores civiles. Para las obras se consideran equipos de trabajo con un rango de edad de 35 años, el cual está compuesto por administrador de obras, encargado de oficina técnica, jefe de terreno, prevencionista de riesgos y un visitador de obras, equipos conformados de acuerdo a desempeños anteriores y afinidades entre los profesionales. La mano de obra es contratada para cada proyecto y aproximadamente un 70% pertenece a subcontratos. En lo que respecta a la gestión de las obras, realizan reuniones semanales donde revisan los avances en obra de acuerdo al programa maestro materializado en una carta Gantt, así como también dejan

---

<sup>19</sup> Medida al 2010. Se considera el mismo año de medición para el resto de las constructoras.

registro de problemas y/o dificultades a las cuales se enfrentaron, transmitiendo este conocimiento a las otras obras. Las compras para las obras son gestionadas en oficina central así como también la toma de decisiones debe pasar por revisión de esta última.

### Constructora III

Empresa con 12 años de trayectoria, con su única sucursal en Santiago. El 2010 registra aproximadamente 490,000 UF facturadas y 45,000 m<sup>2</sup> construidos, desarrollando proyectos de remodelaciones, construcción y habilitación. Así como también de los proyectos desarrollados en los últimos 5 años van desde las 1,000 a 165,000 UF y 400 a 13,000 m<sup>2</sup>. Los principales proyectos desarrollados corresponden construcción de supermercados, área retail.

### Constructora IV

Empresa con 11 años de trayectoria, formada por 3 constructores civiles, que luego de años de experiencias en distintas constructoras deciden formar la propia. Ubicada en la ciudad de Santiago, desarrollan proyectos desde Arica hasta Punta Arenas. Proyectos de distintas áreas, como educacional, habitacional, comercial, pero principalmente retail, que van desde las 5.000 hasta 168.000 UF y desde los 400 a 33.000 m<sup>2</sup>, registrando en el 2010, 98.000 m<sup>2</sup> construidos y aprox. 380,000 UF facturadas. Esta empresa se encuentra asociada a la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y afiliada a la Mutual de Seguridad de la CChC, registrando una tasa de cotización adicional de 2,72%. Con las entidades antes mencionadas han realizado cursos de capacitación en seguridad, innovación y seminarios técnicos. Actualmente se encuentra en proceso de certificación por la ISO 9001. Está conformada por aproximadamente 50 empleados, considerando el personal en obras, los cuales corresponden a administradores de obras, jefes de terreno, jefe de obras, prevencionista de riesgos, administrativos y capataces. El número de personal por cargo, para los equipos de trabajo en obra, depende de la envergadura del proyecto, siendo determinados por el administrador de obras, profesionales entre los 30 a 45 años de edad. La mano de obra es contratada por proyecto y de está, entre un 50 a 60 % corresponde a subcontrato. En el desarrollo de la obra consideran un sistema de planificación y control semanal, donde coordinan el trabajo con los subcontratistas y revisan el estado de avance, el cual se mide según el plan maestro plasmado en una carta Gantt, en proyectos de mayor complejidad e inversión, realizan estas reuniones apoyados por proyectores con el fin de facilitar el trabajo entre las especialidades. Las compras son gestionadas por oficina central, quienes realizan los pedidos y despachos, pero dependiendo del presupuesto del proyecto la misma obra puede contar con camiones para realizar los despachos. Tanto compra como los aspectos de calidad se encuentran registrados en protocolos y procedimientos que deben seguir en cada obra.

La constructora V no posee descripción, ya que es excluida del estudio debido a que el proyecto ejecutado por ésta es descartado en el análisis (Proyecto K).

Constructora	Años	Origen	Sucursales	Obras más frecuentes	Proyectos desarrollados	
					(UF)	(m <sup>2</sup> )
I	22	Familiar	Santiago, La Serena y Chillán	Supermercados e Iglesias	1,000 a 95,000	60 a 10,000
II	10	Familiar	Santiago y Concepción	Supermercados y Centros comerciales	S.I.	S.I.
III	12	S.I.	Santiago	Supermercados	1,000 a 165,000	400 a 13,000
IV	11	Compañeros de profesión	Santiago	Supermercados y Educativos	5,000 a 168,000	400 a 33,000

S.I.= Sin información

**Tabla 4.13 Características empresas constructoras.**

Constructora	Total de Proyectos desarrollados (2010)		Modalidad de compra	Registro en CChC.	Mutualidad	Tasa de cotización adicional (%)	Certificación
	(UF)	(m <sup>2</sup> )					
I	221,000	18,000	Mixta	No	Mutual de Seguridad CChC	2.25	No
II	S.I.	S.I.	Centralizada	Si	ACHS	2.04	En proceso
III	490,000	45,000	S.I.	Si	S.I.	S.I.	S.I.
IV	380,000	98,000	Centralizada	Si	Mutual de Seguridad CChC	2.72	En proceso

S.I.= Sin información

**Tabla 4.14 Continuación características empresas constructoras.**

De las características de las constructoras en estudio, se tiene que el rango de años en el rubro es más o menos el mismo, salvo la constructora I, todas poseen sus casas centrales en Santiago, y dos de estas poseen sucursales, lo cual les podría dar mayor cobertura de proyectos, sin embargo todas desarrollan proyecto a lo largo de todo Chile. Respecto a los tipos de obras, las más frecuentes son los supermercados para todas, no obstante varían respecto a los montos y m<sup>2</sup> de proyectos ejecutados a lo largo de su trayectoria, donde la empresa IV ha desarrollado proyectos más grandes y más costoso y siendo la que más m<sup>2</sup> construyó el 2010, no así en montos que la que más facturó en el mismo año fue la constructora II.

## Capítulo 5

# Análisis de Resultados

El problema de la significancia y los resultados de los test, se atribuyen al bajo número de muestras que están en análisis, lo que también se observa en la obtención de regresiones con  $\bar{R}^2$  negativos, lo cual indica un ajuste del modelo muy pobre en relación a sus grados de libertad (Wooldridge, 2001), sin embargo, se realiza un análisis de las regresiones obtenidas para determinar de esta forma la implicancia que tiene cada variable independiente sobre la dependiente. Para lo cual se analizan las variables presentes y sus coeficientes estandarizados o betas. También se prueban las regresiones con la muestra reservada y se analiza la precisión que estas tienen.

Respecto a las constructoras que ejecutaron los proyectos, se pretende observar si existe alguna relación entre las características presentadas de cada una de ellas, en el capítulo anterior y los resultados que éstas obtuvieron.

### 5.1 Análisis resultado del Modelo de Evaluación Técnica de Oferta

#### 5.1.1 Análisis de regresiones y sus coeficientes betas

Al estandarizar las variables y coeficientes que componen la regresión, se elimina el problema de tratar con distintas unidades de medida y de esta forma los coeficientes se vuelven comparables entre ellos. Esto permite determinar cuáles son las variables más influyentes, solo en el contexto de las variables que conforman la ecuación. Es por esto que se analizaran los coeficientes betas y los pesos que tienen en cada regresión, ya que por medio de estos últimos las variables se pueden comparar entre regresiones.

En las ecuaciones obtenidas para desviaciones de costos se puede observar que siempre están presentes las variables Años de Antigüedad del Profesional en Obra, Razón de utilidades/costos directos y Título del Profesional en obras, con sus respectivas variables ficticias. Lo cual era de esperarse ya que las dos últimas poseen una alta correlación con la variable dependiente y baja entre ellas. Respecto a la primera, aunque no posea una de las mayores correlaciones, su valor es influyente. Observando los coeficientes betas, se tiene que en las regresiones de costos R1.1 y R1.3 la variable más influyente es  $X_5$  (Razón de utilidades/costos directos) y para R1.2 y R1.4 lo es  $X_{6.1}$  (Ingeniero Civil). Sin embargo,  $X_{6.2}$  (Constructor Civil) que va de la mano con  $X_{6.1}$ , no tiene una tendencia respecto a su influencia en las ecuaciones. Analizando los pesos que tienen los coeficiente en las regresiones (ver Tabla 5.1), también se puede observar que la variable  $X_5$ , es la que menos fluctuaciones tiene entre ecuaciones, obteniendo un promedio de un 25% de influencia sobre la desviación de costos, comportamiento que repite en  $X_1$  (Años de Antigüedad del Profesional en Obra) con un 22% de influencia promedio. En cambio  $X_{6.1}$  y  $X_{6.2}$  poseen una mayor variación de sus pesos. Ahora si analizamos los signos de los coeficientes, las variables que disminuyen costos corresponden a  $X_2$  (Años de Experiencia del Profesional en Obra) y  $X_5$ , cuyos pesos en promedio son de un 20% y 25% respectivamente y el resto solo lo aumenta. La variable  $X_3$  (Nº de Subcontratos) está presente en solo una ecuación (R1.2) y corresponde a la variable menos correlacionada con la desviación de costos, sin embargo, posee una influencia del 15% muy similar a la ejercida por  $X_5$ , pero con signo contrario.

Variables	Pesos			
	R1.1	R1.2	R1.3	R1.4
Años de Antiaguedad del Profesional en Obra ( $X_1$ )	25%	18%	25%	19%
Años de Experiencia del Profesional en Obra ( $X_2$ )	20%	-	20%	-
Nº de Subcontratos ( $X_3$ )	-	15%	-	-
Razón gastos generales/costos directos ( $X_4$ )	8%	-	-	-
Razón utilidades/costos directos ( $X_5$ )	27%	16%	28%	30%
Ingeniero Civil ( $X_{6.1}$ )	12%	28%	21%	37%
Constructor Civil ( $X_{6.2}$ )	8%	23%	6%	14%

**Tabla 5.1 Pesos coeficientes betas de regresiones  $\Delta$  costos.**

Para desviaciones de plazo se seleccionaron solo dos regresiones, ya que los valores de  $\bar{R}^2$  obtenidos fueron muy bajos, sin embargo, se revisan los betas obtenidos con el fin de observar si existe alguna tendencia. En ambas ecuaciones están presentes las variables Nº de Subcontrato, Ingeniero Civil y Constructor Civil, donde la primera corresponde a la más correlacionada y las otras dos a las menores. Respecto a la influencia que éstas ejercen, se tienen que son muy similares entre sí, siendo cercanas a un tercio cada una (R2.1), existiendo una variación muy pequeña (menor a un 3%) cuando se incorpora una cuarta variable en la segunda ecuación, incorporación que a su vez disminuye  $\bar{R}^2$  respecto a R2.1.

Variables	Pesos	
	R2.1	R2.2
Nº de Subcontratos ( $X_3$ )	33%	30%
Razón utilidades/costos directos ( $X_5$ )	-	6%
Ingeniero Civil ( $X_{6.1}$ )	29%	29%
Constructor Civil ( $X_{6.2}$ )	38%	35%

**Tabla 5.2 Pesos coeficientes betas de regresiones  $\Delta$  plazo.**

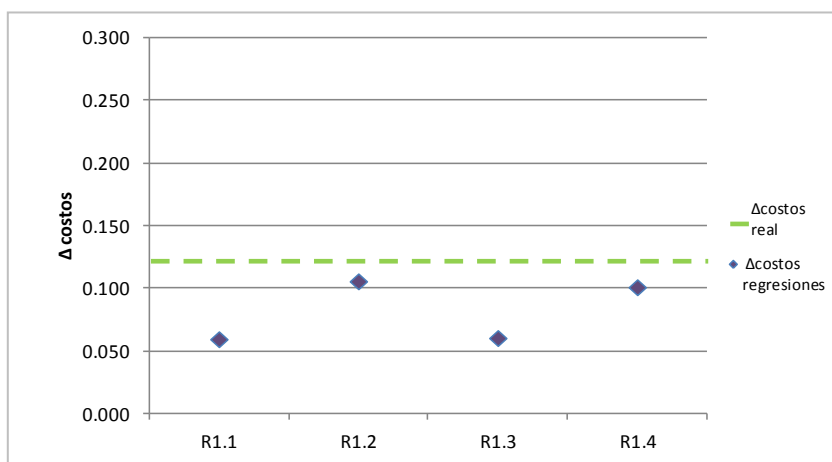
5.1.2 Análisis con muestra reservada y validación

Se analizan las regresiones obtenidas con la muestra reservada para este proceso, dando a conocer los valores obtenidos en cada ecuación y comparándolos con el valor real., presentando el error de la estimación<sup>20</sup>.

En lo que respecta a desviaciones de costos se tiene que las menores variaciones entre el valor calculado con regresiones y el real corresponden a R1.2 y R1.4, lo cual se puede observar en la Tabla 5.3 y en la Figura 5.1.y la mayor es para R1.1, con un 51% de error. Sin embargo R1.4 es la ecuación con menor  $\bar{R}^2$ , perdiendo relevancia estadística.

	Real	R1.1	R1.2	R1.3	R1.4
$\Delta$ costos	0.121	0.060	0.106	0.060	0.101
Error		-51%	-13%	-50%	-16%

**Tabla 5.3 Análisis de modelo de desviación de costos.**



**Figura 5.1 Gráfico comparación desviación de costos real con valores calculados con regresiones.**

<sup>20</sup> Error = (Valor real-Valor regresión)/Valor real.

Para las ecuaciones de desviación de plazo, los porcentajes de variación entre el valor real y calculado, son mayores en ambas ecuaciones (Tabla 5.4, Figura 5.2).

	Real	R2.1	R2.2
$\Delta$ plazo	0.289	0.443	0.439
Error		53%	52%

Tabla 5.4 Análisis de modelo de desviación de plazo.

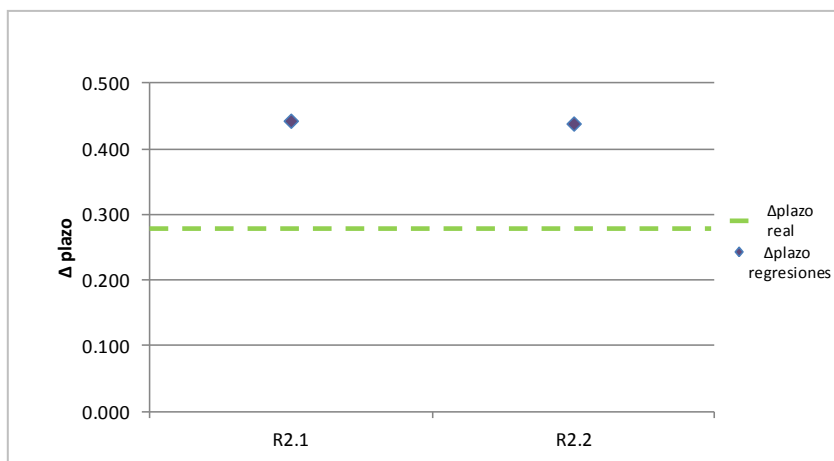


Figura 5.2 Gráfico comparación desviación de plazo real con valores calculados con regresiones.

A pesar de que no es posible conformar el modelo en su totalidad, dado la baja significancia estadística que tienen las regresiones obtenidas para desviación de plazo, se realiza un validación cruzada para la regresión de costos R1.2, debido a que presenta un menor error y mayor  $\bar{R}^2$ . Para lo cual se vuelve a calcular la regresión con la misma combinación de variables y número de muestras, cambiando el proyecto reservada para la prueba, obteniendo siete<sup>21</sup> nuevas regresiones, siempre utilizando ocho muestras para realizar la regresión y una para probarla. De estas nuevas regresiones se analiza el error entre lo real y lo predicho (ver Tabla 5.5), donde se obtienen porcentajes de error considerables y mayores, lo cual se puede deber a que al calcular R1.2 se escogió una combinación de proyectos más fáciles de predecir o sesgados, que llevó a tener un menor error.

<sup>21</sup> La octava regresión no es posible obtenerla, ya que con la muestras empleada el programa elimina la variable Ingeniero Civil obteniendo otra combinación de variables deseada, esto debido a que la correlación existente entre Ingeniero Civil y Constructor Civil es igual a -1.

Validación	$\Delta$ Costos		Error
	Real	Regresión	
1	0.310	0.205	34%
2	0.110	0.138	-25%
3	0.130	0.054	58%
4	0.180	0.232	-29%
5	0.160	0.061	62%
6	0.090	0.119	-32%
7	0.150	0.171	-14%

**Tabla 5.5 Validación cruzada R1.2.**

De acuerdo a los análisis realizados, no es posible determinar un modelo para la selección del contratista debido a la baja significancia y la no validación de la regresión R1.2. No obstante las tendencias de las variables influyentes son claras, la mayoría aumentan las desviaciones de costos y de plazo, salvo la Razón de utilidades/costos directos y los Años de experiencia del profesional en obra (sólo para costos). De lo cual se podría inferir que los contratistas que presupuestan mayores utilidades tienen menos incentivos a buscar utilidades por medio de los adicionales de obras, así como también que los años de experiencia del profesional aportan a la disminución de costos mientras posean menos años en la empresa constructora. Respecto a la variable ficticia, título del profesional, ( $X_6$ ), ésta siempre aumenta los costos y su influencia es relativa al grupo de referencia que corresponde al Ingeniero en Ejecución, por lo tanto no se puede determinar si un título es mejor que otro.

## 5.2 Análisis de las constructoras y su desempeño en obras

Las empresas constructoras que desarrollaron los proyectos en estudios fueron caracterizadas en el capítulo anterior, dando a conocer aspectos del origen de la empresa, organización, experiencia, tipo de obras desarrolladas, entre otras. De lo cual se puede observar que todas son empresas que llevan 5 o más años desarrollando proyectos del retail y con más de 10 años en el rubro de la construcción, con su casa central en Santiago. Sin embargo en cuanto a montos y  $m^2$  de los proyectos desarrollados se observan diferencias entre ellas.

De los resultados de los proyectos en estudio se puede observar que entre dos empresas están los mejores resultados de desempeño, en cuanto a plazo y costos (ver Tabla 5.6). La constructora IV posee la menor desviación de costos y es la segunda con menor desviación de plazo, algo similar sucede con la constructora II que posee la menor desviación de plazo y es la segunda en desviación de costos.



Constructora	$\Delta$ costos promedio	$\Delta$ plazo promedio
I	0.180	0.331
II	0.107	0.240
III	0.154	0.410
IV	0.069	0.300

**Tabla 5.6 Desempeño promedio de las constructoras en estudio.**

De estas dos empresas se puede observar que poseen características en común, ambas se encuentran en vías de certificación por medio de la norma ISO9001, lo cual da a conocer que poseen una preocupación respecto a la calidad de sus procesos, así como también de mantenerse al día en cuanto al mercado de la construcción, asociándose a la Cámara Chilena de la Construcción. Ambas empresas poseen una misma estructura en cuanto a la organización en la obra, con un porcentaje de subcontratación mayor al 50% de la mano de obra. Manteniéndonos en la gestión de las obras, ambas constructoras realizan reuniones de planificación semanal, sin embargo la constructora II posee una mayor gestión del conocimiento adquirido en el desarrollo de sus obras. Respecto a sus compras, ambas la realizan desde oficina central, evitando una toma de decisiones a nivel de obra. Respecto a la experiencia de estas, no se puede comparar sus montos o m<sup>2</sup> construidos, ya que la constructora II no entregó la información al respecto. Sin embargo la constructora IV, para el 2010, es la que más m<sup>2</sup> construyó y la segunda en facturación, del resto de las constructoras. El origen de estas empresas es diferente, no obstante para ambas los socios principales son profesionales de la construcción. Finalmente respecto a la accidentabilidad histórica, medida con la tasa de cotización adicional, se tiene el más alto y más bajo.

De los desempeño más bajos, estos corresponden a las dos otras constructoras en análisis, dándose la misma situación antes mencionada, la constructora I es la peor en costos y la segunda peor en plazo y la constructora III, la peor en plazo y segunda peor en costos. No se pueden comparar estas empresas por la falta de información. Cabe destacar la constructora III nunca respondió a las solicitudes de información para el estudio. Aspecto que puede ser relevante en su desempeño debido a la despreocupación respecto a las solicitudes realizada por la inspección técnica.

## Capítulo 6

# Comentarios y Conclusiones

### 6.1 Comentarios

En lo que respecta a los sistemas de selección estudiados, se puede comentar que éstos presentan características comunes, sin embargo, el origen público o privado de éstos los diferencian. En el caso de las entidades públicas, se tiene que son sistemas estructurados y regidos legalmente, que a la vez permiten incorporar aspectos propios del proyecto. No obstante, en el mismo proceso de licitación, el contratista no es necesariamente evaluado, ya que recae en los registros de éstos la evaluación, determinando qué proyectos puede realizar. A diferencia de las empresas privadas que realizan esta evaluación en el mismo proceso de selección.

La evaluación del contratista es una de las instancias más importantes, a criterio de la autora, ya que se evalúa al contratista en cuanto a experiencia y desempeño pasado, dando un indicio de su futuro comportamiento. En el caso de la Dirección de Vialidad, parte de la evaluación depende de la calificación de desempeño que no necesariamente está tecnicada, dejando a criterio del evaluador bastantes aspectos, evaluador que posee gran responsabilidad y autoridad a lo largo de la ejecución y recepción del proyecto. Por lo tanto, el dejar todo en manos de un solo profesional puede generar instancias de vulnerabilidad, ya que la evaluación puede estar sesgada y, en un caso más extremo, influenciada por el mismo contratista. Más aun considerando las importancia que tiene esta calificación, ya que de esta dependen los incentivos y/o sanciones, es por ello que se recomienda el uso de una comisión evaluadora, como es el caso del SERVIU. A pesar de ello, ésta debe ser complementada por auditorías periódicas, que permitan dar un mayor respaldo al proceso de evaluación, lo que tendrá como consecuencia un proceso de selección más fidedigno. Esto permitiría seleccionar al mejor contratista no tan solo porque su oferta es la más económica y cumple con los requisitos, sino porque sus características lo hacen mejor que el resto, tanto como contratista como por su oferta. Se sugiere el desarrollo de un futuro estudio en este ámbito, el cual debería analizar: si son o no efectivos estos procedimientos; si se están evaluando los aspectos realmente relevantes para el tipo de proyecto a desarrollar; y como lograr una mayor imparcialidad en la evaluación del contratista.

Por otro lado, las empresas privadas tienen la libertad de emplear el sistema que más les acomode, lo cual es positivo, debido a que se puede adaptar completamente a los objetivos del cliente. Sin embargo, el emplear un sistema poco tecnificado puede llevar a errores al momento de tomar la decisión, evaluando características que no son influyentes en los resultados, dejando de lado alguna oferta que pudiera tener un mejor desempeño. Otro aspecto relevante que no se observó en dos de las empresas privadas estudiadas, corresponde a la evaluación de desempeño de los contratistas, durante el desarrollo de la obra y en la recepción de ésta. Esta evaluación es importante ya que deja un registro, acorde al cliente, de la ejecución del proyecto por parte de un determinado contratista, lo que permitiría contar con información relevante para futuras licitaciones, lo cual debe ser desarrollado de tal forma que resguarde la veracidad de los resultados y evite las influencias.

Respecto a los proyectos en estudio, cabe destacar la oportunidad de evaluar una serie de proyectos similares, lo cual permite centrar el estudio en las características del contratista y su oferta, debido a la eliminación previa de otros aspectos que influyen en el desarrollo de un proyecto. Permitiendo generar una herramienta de apoyo especializada para el tipo de proyectos que desarrolla el mandante.

Un aspecto relevante al momento de evaluar al contratista corresponde a la calidad, la cual no fue medida en este estudio, ya que el mandante no posee un registro respecto a ésta. El no poder medirla eliminó la posibilidad de evaluar que características podrían estar ligadas en los resultados de ésta, además para el mandante es una pérdida de información relevante para el futuro desarrollo de sus obras. El poseer un registro permite obtener una trazabilidad de los problemas, soluciones a éstos y buenas prácticas, y así en futuros proyectos aplicar este conocimiento adquirido.

Otro punto a discutir, corresponde a las características que poseen las constructoras. Del análisis realizado se observan algunas características en común, entre las que obtuvieron mejores resultados. En su mayoría corresponden a características de gestión para sus obras, presentando una mayor preocupación por este aspecto, lo cual puede ser una de las causas de su mejor desempeño. En el caso de una de las empresas que presentó mayores desviaciones de plazo y costos, ésta jamás entregó sus antecedentes, lo cual da indicios de despreocupación y posible bajo desempeño. Sin embargo, la falta de información no permitió analizar las características de forma más acabada y estadísticamente. Es por ello que para un futuro estudio se debe considerar el mayor número de empresas constructoras, para poder determinar la verdadera relevancia de las características del contratista en las obra.

Finalmente la principal problemática a la cual se vio enfrentado el desarrollo de este estudio, fue el número de muestras empleadas, aspecto relevante al momento de determinar la existencia de un modelo estadístico, ya que la baja significancia estadística de los resultados y test aplicados, se atribuyen a este aspecto. Sin embargo cabe mencionar que las regresiones multilíneas pueden ser insuficientes para modelar un procedimiento tan complejo como lo es

la selección de contratistas requiriéndose otro tipo de modelos como lo son las redes neuronales, las cuales en otros ámbitos de estudios ha sido capaces de imitar el raciocinio humano. Es por ello que se plantea el uso de la metodología aplicada en un futuro estudio, con un mayor número de muestras y siendo complementada con la aplicación de otro modelo estadístico para comparar efectividad de predicción de cada uno. No obstante, al problema presentado anteriormente, se observa que las variaciones de costos pueden estar influenciadas por determinadas variables, no así las desviaciones de plazo. Estas variables en su mayoría aumentan la desviación, por lo tanto son aspectos que deben ser cuidadosamente medidos y controlados por el cliente.

## 6.2 Conclusión

El objetivo principal de este estudio es proponer una función para la selección de contratistas por medio de regresiones lineales múltiples, la cual prediga las posibles desviaciones de plazo y costos que el desarrollo de la obra podría presentar, de acuerdo a características del contratista y de la oferta. Según lo presentado en el capítulo 4 y 5, no es posible desarrollar el modelo esperado.

En lo que respecta al proceso de selección, como conclusión se plantea la necesidad de desarrollar y usar sistemas más tecnificado, como herramientas de apoyo para la toma de decisión. Que incorpore los objetivos del cliente y que no permita ambigüedades hacia los evaluadores, tanto en los sistemas de selección como de calificación del resultado de las obras, ya que la posibilidad de influenciar sobre éstos siempre está presente. Sin embargo, no todas las decisiones deben quedar sujetas a algoritmos matemáticos. Un claro ejemplo se presenta en la película *Yo, robot*, donde un robot determina, de acuerdo a probabilidades, quién debe vivir<sup>22</sup>, perdiendo el juicio humano en una decisión tan importante como lo es la vida. En este proceso de selección no se debe perder el juicio del experto, quien tiene los conocimientos y la experiencia; y la visión del cliente, quien debe tener la claridad de los objetivos de su proyecto.

---

<sup>22</sup> En un pasaje de la película se muestra el caso de un robot que presencia un accidente donde estaba involucrado un adulto y una pequeña niña. Existiendo la posibilidad de salvar solo a uno, el robot salva al hombre, calculando que éste tenía un 45% de probabilidades de sobrevivir, mientras que la niña solo 11%, sin considerar que el hombre le ordena que salve a la pequeña porque éste, por sus propios medios, se podía salvar.

## Capítulo 7

### Bibliografía

- Alarcón, L. & Mourgues, C., 2000. Selección de contratistas basada en la predicción de su desempeño. *Revista Ingeniería de Construcción*, 15(2).
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tetham, R. L. & Black, W. C., 1999. *ANÁLISIS MULTIVARIANTE*. 5º ed. Madrid: PRENTICE HALL IBERIA.
- Hatush, Z. & Skitmore, M., 1997. Evaluating contractor prequalification data: selection criteria and project success factors. *Construction Management and Economics*, 15(2), pp. 129-127.
- Holt, G., 2010. Contractor selection innovation: examination of two decades' published research. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 10(3), pp. 304-328.
- Holt, G. D., 1998. Which contractor selection methodology?. *International Journal of Project Management*, Junio, 16(3), pp. 153-164.
- Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. & Harris, F. C., 1994. Evaluating Prequalification Criteria In Contractor Selection. *Building and Environment*, Octubre, 29(4), p. 437 – 448.
- Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. & Harris, F. C., 1995. A Review of Contractor Selection Practice in the U.K. Construction Industry. *Building and Environment*, Octubre, 30(4), pp. 553-561.
- Kog, Y. & Loh, P., 2012. Critical Success Factor for Different Components of Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Abril, 138(4), pp. 20-28.
- Kumaraswamy, M. M. & Matthews, J. D., 2000. Improved Subcontractor Selection Employing Partnering Principles. *Journal of Management in Engineering*, Mayo, 16(3), pp. 47-57.
- Pérez, C., 2005. *Métodos Estadísticos Avanzados con SPSS*. Madrid: Thomson Editores Spain.
- riesgos, F.-R. c. d. r., 2012. *CAP S.A Informe de Calificación*, Santiago, Chile: s.n.
- Rusell, J., 1990. Model for Owner Precualificacion of Contractor. *Journal of Management in Engineering*, Enero, 6(1), pp. 59-75.
- Singh, D. & Tiong, R. L., 2006. Contractor Selection Criteria: Investigation of Opinions of Singapore Construction Practitioners. *Journal of Construction Engineering and Management*, Septiembre, 132(9), p. 998–1008.

- Tam, C. M. & Harris, F., 1996. Model for assessing building contractors' project performance. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 3(3), pp. 187-203.
- Wong, C. H., Nicholas, F. & Holt, G. D., 2003. Using multivariate techniques for developing contractor classification models. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(2), pp. 99-116.
- Wong, C. & Holt, G., 2003. Developing a contractor classification model using a multivariate discriminant analysis approach. *RICS Foundation Research paper series*, Abril.4(20).
- Wooldridge, J. M., 2001. *Introducción a la Econometría*. México: Thomson Learning.
- Decreto Supremo MOP N°900. Ley y Reglamento de Concesiones de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile, diciembre de 1996.
- Decreto Supremo MOP N°75. Reglamento para Contratos de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile, agosto de 2009.
- Decreto Supremo N°127 (V. y U.). Reglamento del Registro Nacional de Contratistas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile, marzo de 1997.
- Decreto Supremo N°236 (V. y U.). Bases Generales Reglamentarias de Contratación de Obras para los Servicio de Vivienda y Urbanización. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile, 2002.
- Decreto Supremo N°63 (V. y U.). Reglamento del Registro Nacional de Constructores de viviendas sociales, modalidad privada. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile, agosto de 1997.
- CODELCO, Bases Administrativas Generales Contratos de Construcción- Ingeniería-Servicios, enero 2007.
- CODELCO, Bases Administrativas Generales Licitación AC-2550, documento interno.
- CODELCO, Evaluación Técnico Económica Ofertas Licitación AC-2550, documento interno.
- Decreto Ley N°67, Reglamento para aplicación de artículos 15 y 16 de Ley N°16.744, sobre extensiones, rebajas y recargos de la cotización adicional diferenciada. Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Santiago, Chile, noviembre de 1999.
- Informe MACH Macroeconomía y Construcción. Cámara Chilena de la Construcción. Santiago, Chile, (33). 2011.
- Informe CAP 2012. Feller-Rate calificadora de riesgo. [en línea] <<http://www.feller-rate.cl/general2/corporaciones/cap1204.pdf>> [consulta: junio de 2012]
- Chile Ministerio de Obras Públicas. Registro de Contratista categorías y especialidades [en línea] [consulta: mayo de 2012]

**OTRAS FUENTES**

En el estudio de los sistemas de licitación se revisaron los siguientes proyectos:

- Dirección de vialidad ([www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl)) [consulta: mayo de 2012]:  
Licitaciones: N° 331-45-LP12, N° 331-46-LP12, N° 331-57-LP12, N° 331-53-LP12, N°331-53-LP12, N°2261-43-LP12, N°2261-16-LP12, N°2262-16-LP12, N°5268-31-LP12.
- Servicio de Vivienda y Urbanismo ([www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl)) [consulta: mayo de 2012]:  
Licitaciones N°48-116-LP11, N°48-132-LP11, N°48-178-LP11, N°48-179-LP11, N°48-194-LP11, N°48-202-LP11, N°48-209-LP1, N°48-296-LP11.
- Dirección de Concesiones de Infraestructuras  
([www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/default.aspx](http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/default.aspx)) [consulta: mayo de 2012]:  
Licitaciones: Hospital de Antofagasta, Concesión ruta 5 norte. Tramo La Serena – Vallenar, Interconexión vial logística portuaria Concepción, Concesión vial autopistas de la Región de Antofagasta.

## Capítulo 8

# Anexos

### 8.1 Anexo A: Definiciones Estadísticas

En esta sección se dan a conocer la estadística aplicada con mayor detalle, para tener un entendimiento más acabado del trabajo desarrollado, aclarando conceptos estadísticos, explicando test aplicados, entre otros. Para lo cual se utiliza bibliografía especializada en el área de análisis multivariantes y econometría (Hair, et al., 1999; Pérez, 2005; Wooldridge, 2001) así como también se recomienda la revisión de esta bibliografía para un mayor análisis de los conceptos.

- Coeficientes betas: estos coeficientes reflejan el impacto relativo sobre la variable criterio de un cambio en la desviación estándar de cada variable. Con lo cual se elimina el problema de tratar con diferentes unidades de medidas de las variables, obteniendo una unidad común logrando determinar que variable es más influyente.
- Variables ficticias: corresponden a variables dicótomas (0,1) que actúa en lugar de las variables independientes no métricas, donde cada variable representa una categoría de la variable no métrica. Cualquier variable no métrica con k categorías puede ser representada por k-1 variables ficticias.
- $R^2$  ajustado ( $\bar{R}^2$ ): corresponde al coeficiente de regresión  $R^2$  que es corregido por el número de variables independientes y al número de observaciones, empleadas en la regresión. Este coeficiente es útil para comparar ecuaciones con diferentes tamaños muestrales o número de variables independientes. Se tiene un buen ajuste si este valor se aproxima a 1 y malo si es a 0, también existen valores negativos, lo cual se atribuye al bajo número de muestras.
- Heterocedasticidad: Este supuesto se refiere a que las variables dependientes y residuos del estudio presenten los mismos niveles de varianza a lo largo del rango de los predictores de la variable.



- Prueba t: corresponde al test estadístico que permite descartar que una determinada variable no tiene un efecto parcial en la variable dependiente. Para lo cual se debe obtener un valor de t mayor al valor crítico c, el que depende de los grados de libertad de la regresión y del nivel de significancia esperada.
- Prueba F: corresponde al test estadístico que permite descartar que las variables presentes en la regresión, en su conjunto, no ejercen efecto en la variable dependiente. Al igual que la prueba t, el valor obtenido de F debe ser mayor al valor crítico, el cual depende del número de variables independientes empleadas en la regresión, de los grados de libertad de esta y del nivel de significancia esperada.
- Durbin-Watson (D): prueba de contraste que permite medir la existencia de autocorrelación en los residuos de la regresión. Adoptando una regla no muy rigurosa, si el valor del estadístico D es igual a 0 hay autocorrelación perfecta positiva, si D se acerca a 2 no hay autocorrelación y si D se aproxima a 4 hay autocorrelación perfecta negativa. También este estadístico se encuentra tabulado y depende del número de variables del modelo y del número de muestras.
- Índice de condición: este índice permite medir la existencia de multicolinealidad entre las variables. Si este índice es menor a 30, se puede descartar la presencia de multicolinealidad.

## 8.2 Anexo B: Base de datos

Proyecto	Constructora	Comuna emplazamiento	m <sup>2</sup> Construcción	Título profesional en obra	Años experiencia profesional en obra	Años antigüedad profesional en obra
A	I	CERRILLOS	4,298	Ingeniero Civil	14	7
B	I	COQUIMBO	2,635	Constructor Civil	5	0
C	II	LIMACHE	2,712	Ingeniero Constructor	10	8
D	I	SAN CARLOS	4,364	Ingeniero Civil	14	7
E	III	VALPARAISO	4,583	Ingeniero Civil	5	5
F	IV	CONSTITUCIÓN	2,579	Ingeniero de Ejecución	6	5
G	II	LOS ANGELES	4,364	Ingeniero Constructor	6	6
H	III	PENCO	2,711	Constructor Civil	5	5
I	I	TOME	2,367	Constructor Civil	6	1
J	I	TALCA	0	-	-	-
K	V	TALCA	0	Constructor Civil	8	3

**Tabla B. 1 Base de datos muestra.**

Proyecto	Utilidades	Gastos generales	Costos directos	Costo Total	Adicionales	Plazo programado	Duración real
A	16,000,000	77,295,000	1,001,087,245	1,106,382,245	340,200,498	120	156
B	30,000,000	132,155,000	1,262,373,244	1,439,528,244	165,373,070	120	163
C	60,000,000	80,526,000	810,283,903	950,809,903	119,981,529	112	122
D	40,000,000	99,965,000	795,293,823	960,258,823	170,476,112	90	124
E	85,173,402	136,362,002	1,064,667,529	1,302,402,933	210,555,664	120	161
F	50,000,000	96,278,975	730,805,032	932,131,007	64,344,452	90	117
G	80,604,623	100,952,714	1,173,857,136	1,382,414,473	120,365,752	110	153
H	60,075,041	105,220,987	858,214,877	1,063,510,986	155,278,548	90	133
I	40,000,000	114,820,000	877,523,565	1,072,343,565	129,319,339	90	116
J	20,000,000	42,857,500	355,629,010	418,486,510	32,938,228	40	50
K	33,328,468	40,826,193	366,444,231	504,198,892	83,000,000	40	59

Tabla B. 2 Continuación base de datos muestra.

Proyecto	nº subcontratos	Razón utilidades/costos directos	Razón gastos generales/costos directos	Ingeniero Civil	Constructor Civil	Desviación plazo	Desviación costos
A	20	0.02	0.08	1	0	0.30	0.31
B	20	0.02	0.10	0	1	0.36	0.11
C	4	0.07	0.10	0	1	0.09	0.13
D	16	0.05	0.13	1	0	0.38	0.18
E	20	0.08	0.13	1	0	0.34	0.16
F	29	0.07	0.13	0	0	0.30	0.07
G	11	0.07	0.09	0	1	0.39	0.09
H	23	0.07	0.12	0	1	0.48	0.15
I	22	0.05	0.13	0	1	0.29	0.12
J	-	0.06	0.12	-	-	0.25	0.08
K	11	0.09	0.11	0	1	0.48	0.16

Tabla B. 3 Continuación base de datos muestra.

Variabes	Z <sub>simetría</sub>	Z <sub>curtosis</sub>
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	1.24	0.03
Años de Experiencia del Profesional en Obra (X <sub>2</sub> )	1.35	0.37
Nº de Subcontratos (X <sub>3</sub> )	1.01	0.66
Razón gastos generales/costos directos (X <sub>4</sub> )	0.85	0.70
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	1.03	0.43
Desviación de Costos (Y <sub>1</sub> )	2.09	2.35
Desviación de Plazo (Y <sub>2</sub> )	1.51	1.95

Tabla B. 4 Test de normalidad.

**8.3 Anexo C: Resultado regresiones y test aplicados**

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R1.1	0.983	0.967	0.770	0.035	2.341	4.906	6	1

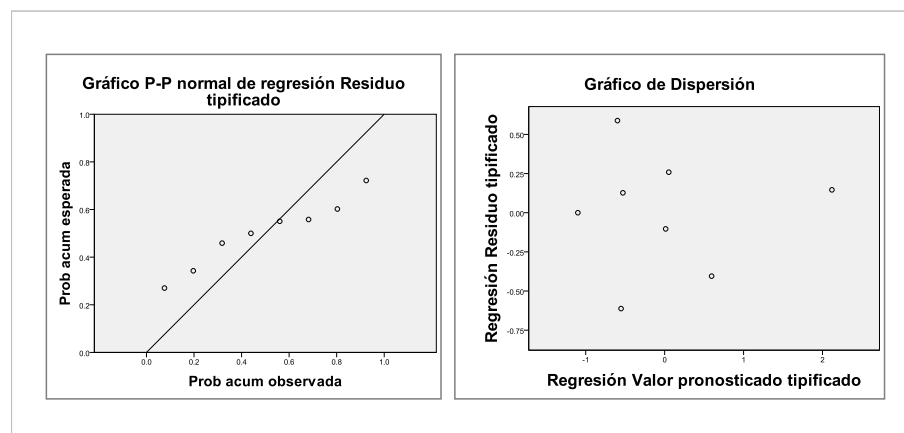
**Tabla C. 1 Estadísticos para R1.1.**

Variables	R1.1			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	0.095	0.141		
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	0.058	0.027	2.182	1.925
Años de Experiencia del Profesional en Obra (X <sub>2</sub> )	-0.029	0.015	1.887	-1.545
Razón gastos generales/costos directos (X <sub>4</sub> )	2.150	1.638	1.313	0.603
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	-6.258	2.630	2.379	-2.051
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.135	0.049	2.770	0.950
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	0.082	0.054	1.504	0.592

**Tabla C. 2 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.1.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	5.503	1.000
2	1.070	2.268
3	.209	5.137
4	.136	6.371
5	.075	8.580
6	.007	27.831
7	.002	58.506

**Tabla C. 3 Test de colinealidad R1.1.**



**Figura 8.1 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.1.**

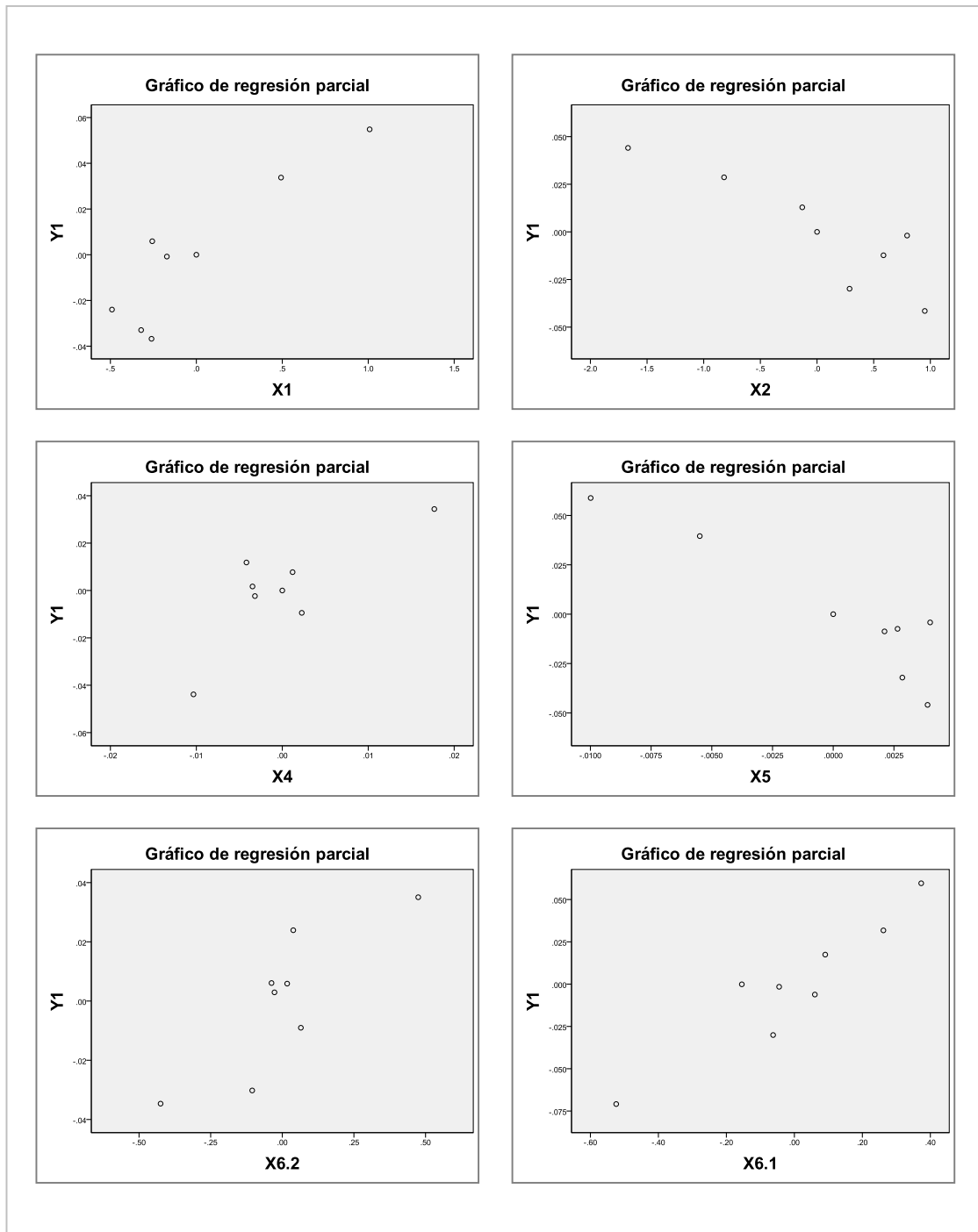


Figura 8.2 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.1.

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R1.2	0.962	0.926	0.740	0.038	2.840	4.975	5	2

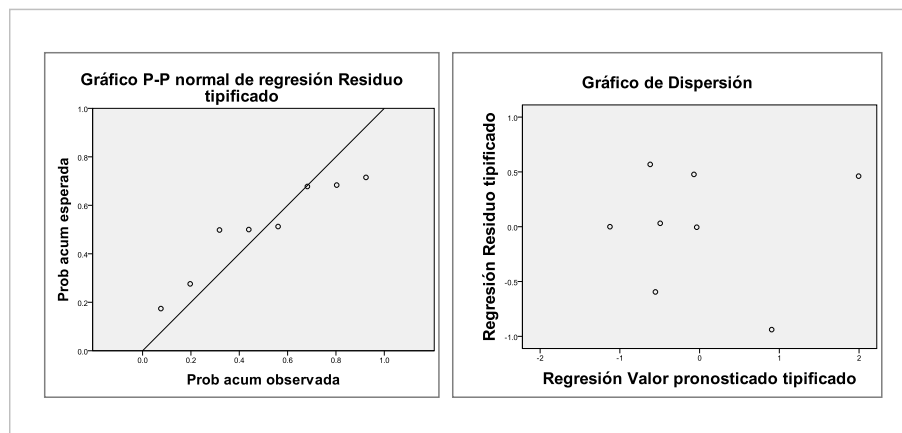
**Tabla C. 4 Estadísticos para R1.2.**

Variables	R1.2			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	-0.052	0.141		
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	0.019	0.009	2.115	0.637
Nº de Subcontratos (X <sub>3</sub> )	0.005	0.003	1.425	0.502
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	-1.688	0.690	2.447	-0.553
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.138	0.055	2.510	0.968
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	0.109	0.066	1.644	0.790

**Tabla C. 5 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.2.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	4.503	1.000
2	1.029	2.092
3	.237	4.358
4	.165	5.221
5	.060	8.653
6	.007	26.268

**Tabla C. 6 Test de colinealidad R1.2.**



**Figura 8.3 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.2.**

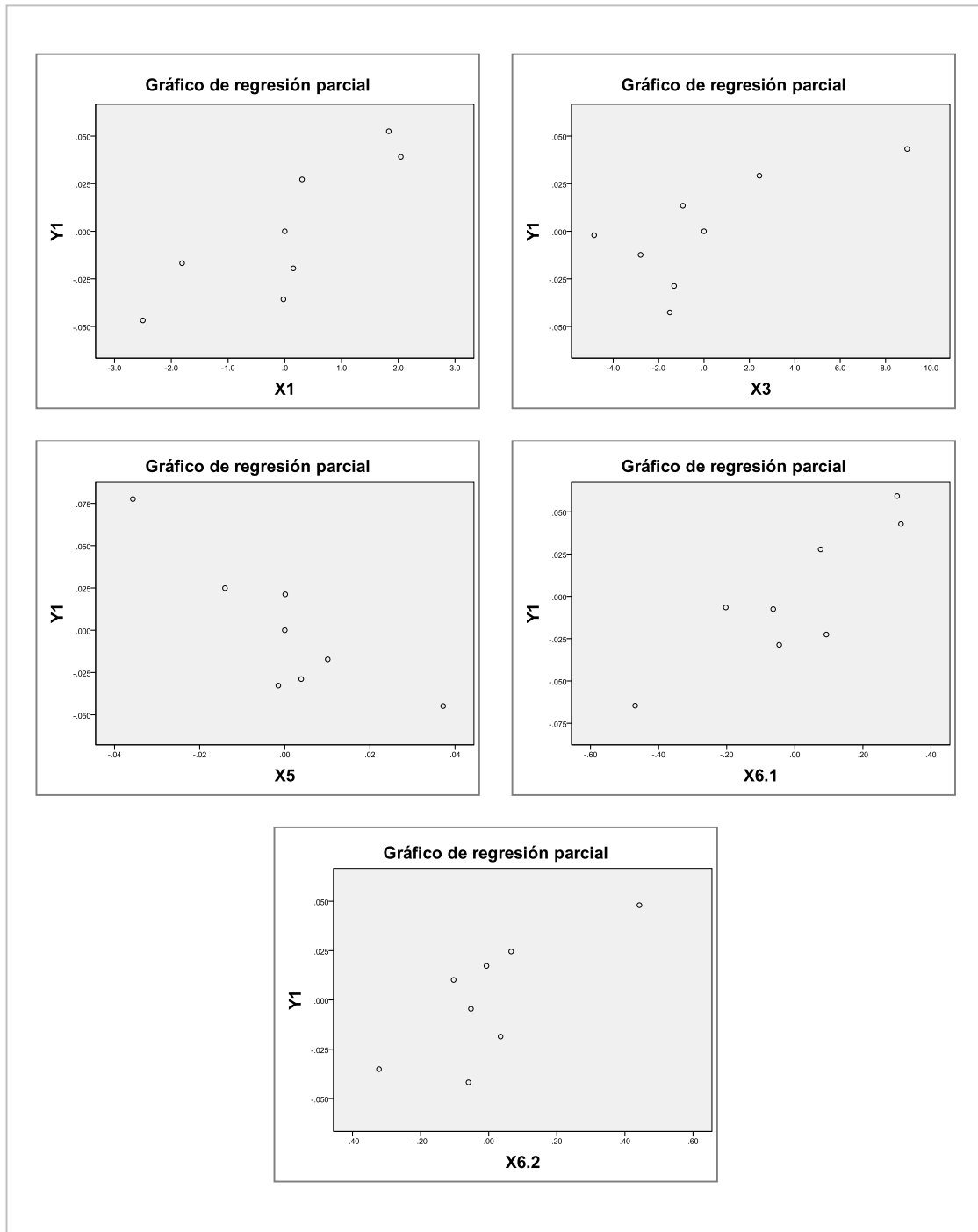


Figura 8.4 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.2.

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R1.3	0.954	0.910	0.687	0.041	2.623	4.069	5	2

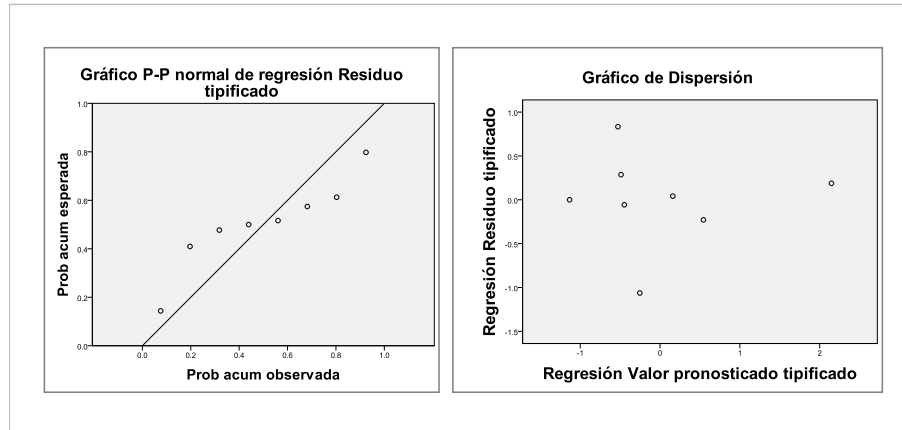
**Tabla C. 7 Estadísticos para R1.3.**

Variables	R1.3			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	0.234	0.109		
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	0.029	0.018	1.662	0.971
Años de Experiencia del Profesional en Obra (X <sub>2</sub> )	-0.014	0.012	1.162	-0.775
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	-3.287	1.564	2.101	-1.077
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.115	0.054	2.125	0.805
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	0.033	0.047	0.717	0.243

**Tabla C. 8 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.3.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	4.566	1.000
2	1.067	2.069
3	.192	4.879
4	.122	6.109
5	.047	9.816
6	.006	28.652

**Tabla C. 9 Test de colinealidad R1.3.**



**Figura 8.5 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.3.**

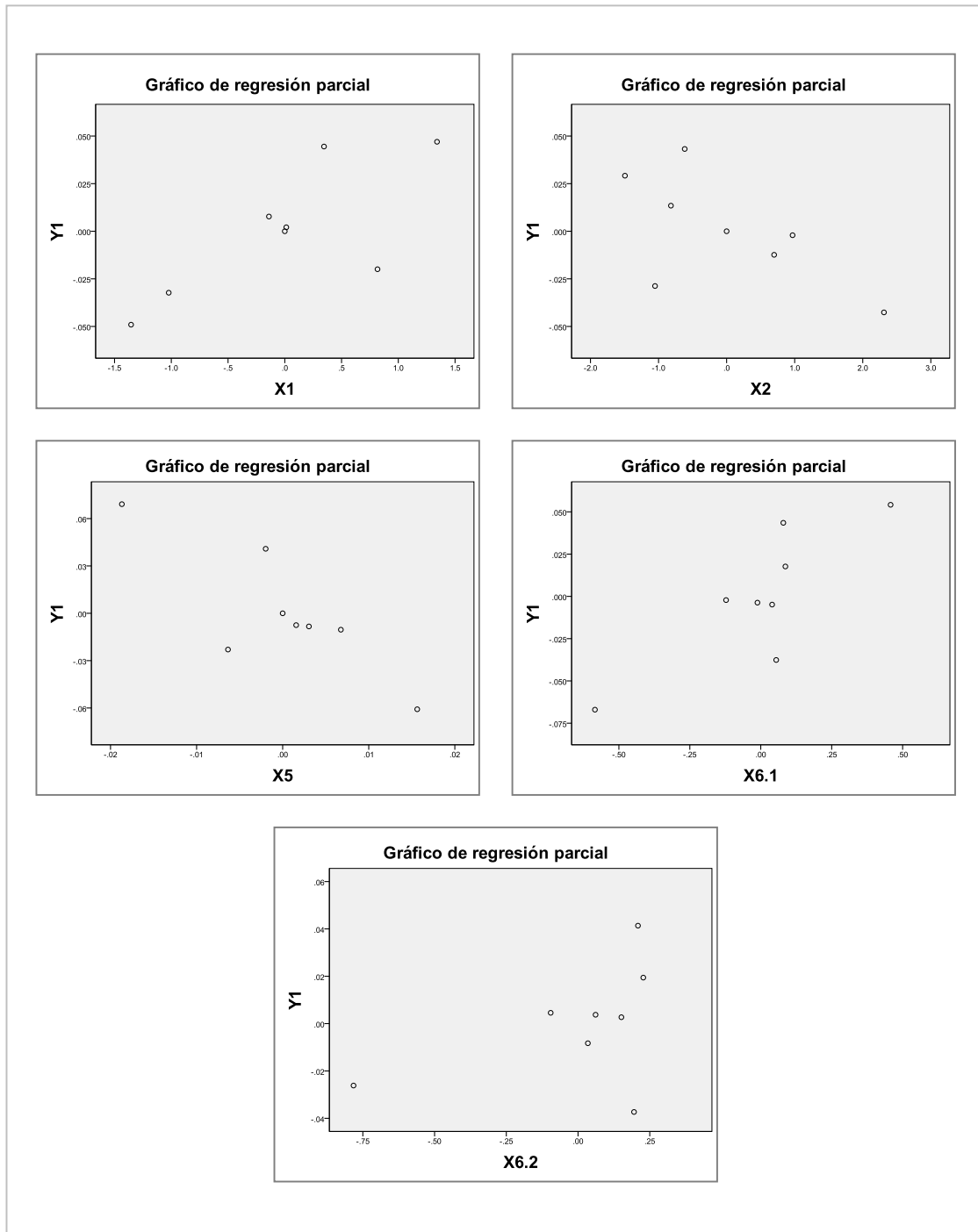


Figura 8.6 Gráficos de regresión parcial para el análisis de linealidad de las variables que componen R1.3.



Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R1.4	0.922	0.850	0.650	0.044	2.247	4.252	4	3

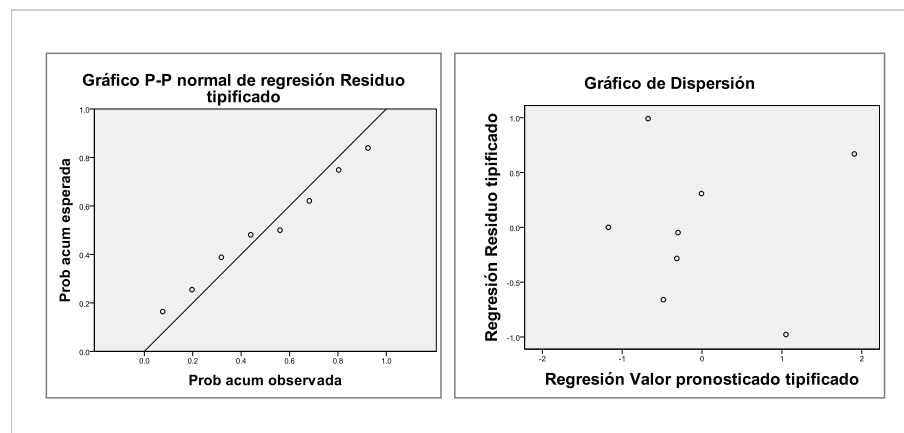
**Tabla C. 10 Estadísticos para R1.4.**

Variables	R1.4			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	.131	.067		
Años de Antigüedad del Profesional en Obra (X <sub>1</sub> )	0.011	0.008	1.350	0.358
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	-1.695	0.799	2.121	-0.556
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.099	0.055	1.791	0.694
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	0.036	0.049	0.741	0.264

**Tabla C. 11 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R1.4.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	3.699	1.000
2	1.023	1.902
3	.166	4.726
4	.076	6.989
5	.036	10.088

**Tabla C. 12 Test de colinealidad R1.4.**



**Figura 8.7 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R1.4.**

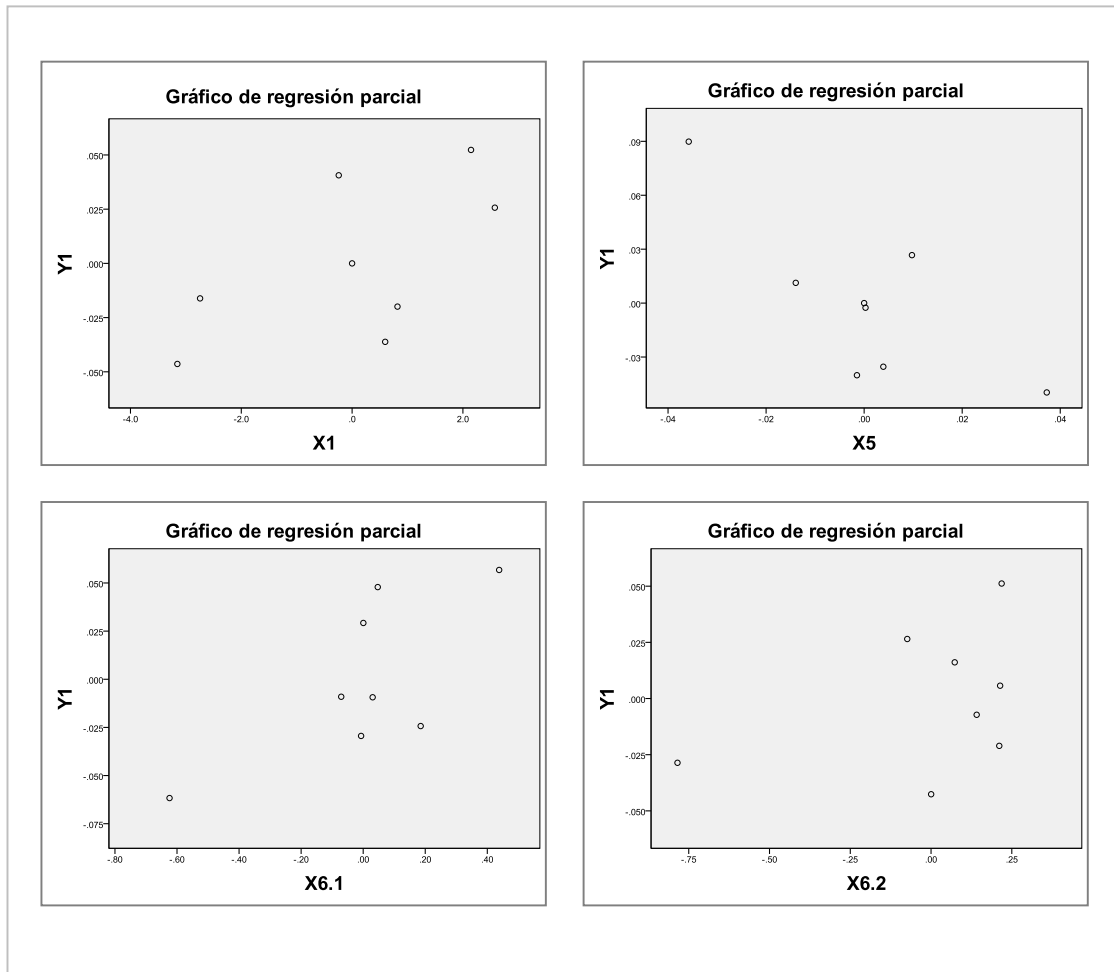


Figura 8.8 Gráficos de regresión parcial, para el análisis de normalidad de las variables que componen R1.4.

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R2.1	0.791	0.626	0.345	0.091	1.751	2.231	3	4

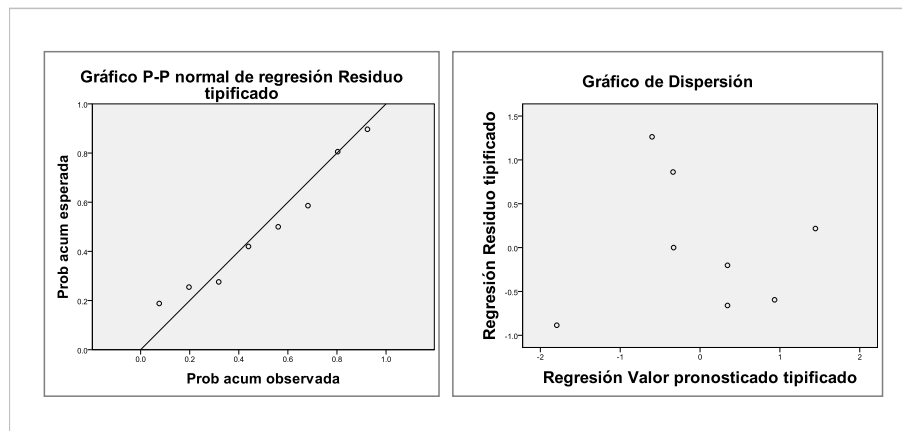
**Tabla C. 13 Estadísticos para R2.1.**

Variables	R2.1			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	-0.140	0.194		
Nº de Subcontratos (X <sub>3</sub> )	0.015	0.006	2.559	1.028
Ingeniero Civil (X <sub>6,1</sub> )	0.197	0.122	1.616	0.905
Constructor Civil (X <sub>6,2</sub> )	0.249	0.133	1.870	1.184

**Tabla C. 14 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R2.1.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	2.774	1.000
2	1.006	1.660
3	.202	3.705
4	.018	12.546

**Tabla C. 15 Test de colinealidad R2.1.**



**Figura 8.9 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R2.1.**

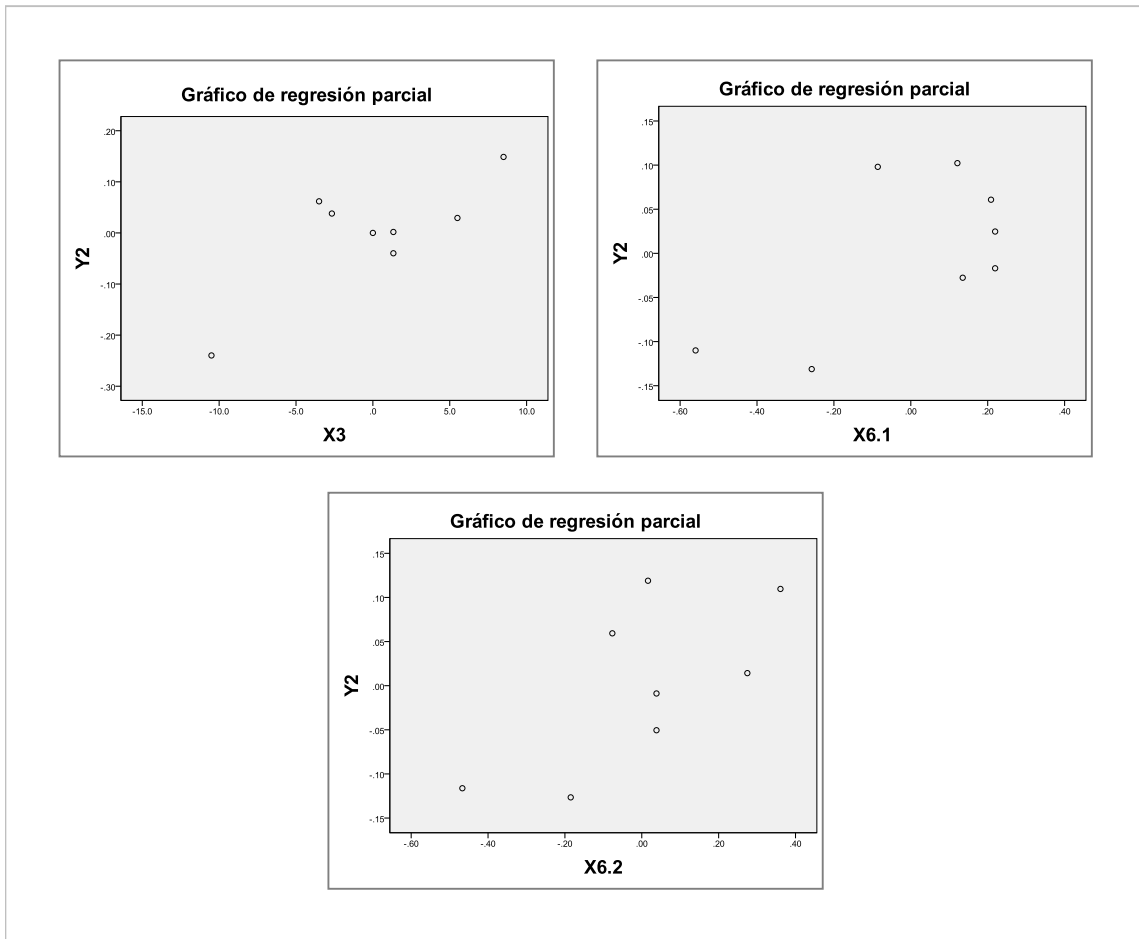


Figura 8.10 Gráficos de regresión parcial para el análisis de normalidad de las variables que componen R2.1.

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson	F	gl regresión	gl residuos
R2.2	0.817	0.668	0.226	0.099	2.557	1.510	4	3

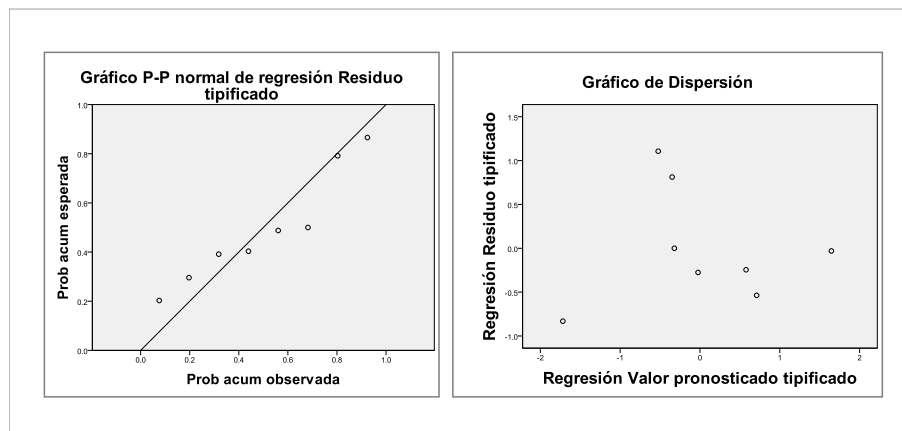
**Tabla C. 16 Estadísticos para R2.2.**

Variables	R2.2			
	C <sub>i</sub>	Error típ.	t	Beta
Constante	-0.251	0.277		
Nº de Subcontratos (X <sub>3</sub> )	0.017	0.007	2.427	1.119
Razón utilidades/costos directos (X <sub>5</sub> )	1.054	1.708	0.617	0.226
Ingeniero Civil (X <sub>6.1</sub> )	0.231	0.144	1.609	1.063
Constructor Civil (X <sub>6.2</sub> )	0.278	0.152	1.826	1.322

**Tabla C. 17 Coeficientes, no estandarizados y estandarizados (beta), y estadísticos t para R2.2.**

Dimensión	Autovalores	Índice de condición
1	3.635	1.000
2	1.019	1.889
3	.203	4.231
4	.132	5.251
5	.011	17.853

**Tabla C. 18 Test de colinealidad R2.2.**



**Figura 8.11 Gráfico P-P normal para análisis de normalidad y Gráfico de dispersión para análisis de homocedasticidad de R2.2.**

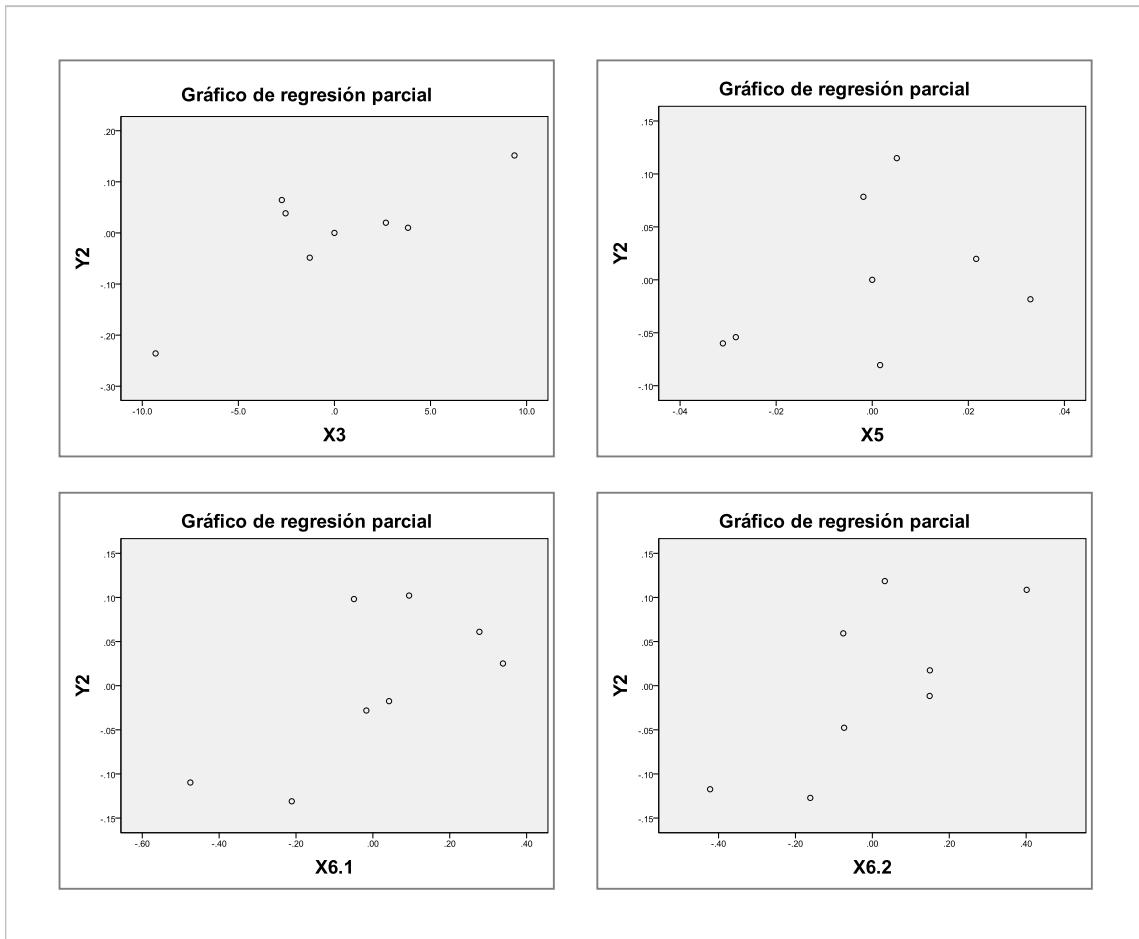


Figura 8.12 Gráficos de regresión parcial para el análisis de normalidad de las variables que componen R2.2.