

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes generales.	1
1.1.1 <i>Importancia de la industria de la construcción</i>	1
1.1.2 <i>Importancia de las adquisiciones</i>	3
1.1.3 <i>Tecnologías de la información (TI)</i>	6
1.2 Objetivos de la investigación.....	9
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	9
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	9
1.3 Resumen de la estructura de la memoria.	9
2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	12
2.1 Estrategia de investigación	12
2.2 Caso de estudio	12
2.3 Diseño de casos de estudio	14
2.4 Selección del caso de estudio	15
2.5 Actividades de la investigación	16
2.5.1 <i>Investigación bibliográfica</i>	17
2.5.2 <i>BIM/VDC en la CA del caso de estudio</i>	18
2.5.3 <i>Análisis de la evidencia proveniente de la recolección de datos</i>	19
2.5.4 <i>Validación de la investigación</i>	19
2.5.5 <i>Metodología de implementación de BIM/VDC en la CA</i>	19
3. MARCO TEÓRICO	20
3.1 La cadena de abastecimiento (CA)	20
3.1.1 <i>Definición de la cadena de abastecimiento</i>	21
3.1.2 <i>Componentes de la cadena de abastecimiento</i>	22
3.1.2.1 <i>Red de proveedores</i>	22
3.1.2.2 <i>Unidad de transformación</i>	22
3.1.2.3 <i>Red de clientes</i>	23

3.2	Aplicación de la cadena de abastecimiento en la construcción	23
3.2.1	<i>Tipos de CA en la construcción</i>	24
3.2.1.1	<i>Modalidad 1: Solo construcción</i>	24
3.2.1.2	<i>Modalidad 2: Diseño y construcción</i>	25
3.2.1.3	<i>Modalidad 3: Ingeniería, abastecimiento y construcción</i>	26
3.3	Estado del arte de TI en la construcción	27
3.3.1	<i>TI en el flujo de información</i>	29
3.3.1.1	<i>Electronic data interchange (EDI)</i>	29
3.3.1.2	<i>Comercio electrónico (E-Commerce)</i>	30
3.3.1.3	<i>E-Marketplace</i>	31
3.3.1.4	<i>Software de gestión (ERP)</i>	31
3.3.2	<i>TI en el diseño</i>	32
3.3.2.1	<i>Modelación 3D CAD</i>	32
3.3.2.2	<i>Modelación 4D</i>	33
3.3.2.3	<i>Modelación multidimensional</i>	35
3.3.2.3.1	<i>Modelación nD</i>	35
3.3.2.4	<i>Virtual design construction (VDC)</i>	37
3.4	Building information modeling (BIM)	38
4.	LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN	42
4.1	Procesos de producción en la construcción	42
4.2	La cadena de abastecimiento en la construcción (CA)	44
4.3	Participantes dentro de la CA en la construcción	45
4.4	Principales problemas en la CA en la construcción	46
4.5	Tecnologías de la información en la construcción nacional	48
4.6	Tecnología de la información en la CA de la construcción	50
5.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EN LA	
	CONSTRUCCIÓN CHILENA	52
5.1	Situación general	52
5.2	Metodología del diagnóstico de la CA y el uso de TI en la actualidad	53
5.2.1	<i>Herramienta de diagnóstico</i>	53
5.2.2	<i>Estructura de la encuesta</i>	53
5.2.3	<i>Descripción de la muestra</i>	56
5.3	Análisis y resultados obtenidos con la encuesta	58
5.3.1	<i>Información general de las empresas encuestadas</i>	58
5.3.2	<i>Resultados de la relación entre empresas constructoras y proveedores</i>	59
5.3.2.1	<i>Principales proveedores para las empresas constructoras</i>	59
5.3.2.2	<i>Criterios para la selección de los proveedores</i>	60
5.3.2.3	<i>Problemas en la relación de las empresas y los proveedores</i>	60
5.3.2.4	<i>Principales causas de problemas en la relación con proveedores</i> ..	61
5.3.2.5	<i>Barreras en las relaciones entre empresas y proveedores</i>	62
5.3.3	<i>Resultados de la relación entre los proyectos y la oficina central (OC)</i>	63
5.3.3.1	<i>Problemas en la relación proyectos - oficina central (OC)</i>	63
5.3.3.2	<i>Causas de los problemas en relación proyectos - oficina central</i> ...	64
5.3.3.3	<i>Barreras en las relaciones entre proyectos y oficina central (OC)</i> ..	64
5.3.4	<i>Resultados de TI en el flujo de información de empresas constructoras</i>	65
5.3.4.1	<i>Uso de software para la programación de proyectos</i>	65
5.3.4.2	<i>Software para programación de proyectos usados por empresas</i> ...	66
5.3.4.3	<i>Uso de E-Marketplace</i>	66

5.3.4.4	<i>Uso de software de gestión financiero-contable (ERP)</i>	67
5.3.4.5	<i>ERP utilizado por las empresas</i>	68
5.3.5	<i>Resultados de TI en el diseño de las empresas constructoras</i>	69
5.3.5.1	<i>Uso de herramientas BIM en las empresas constructoras</i>	69
5.3.5.2	<i>Utilidad de las herramientas BIM</i>	69
5.3.5.3	<i>Beneficios obtenidos por la implementación de BIM</i>	70
5.3.5.4	<i>Principales dificultades en la utilización de herramientas BIM</i>	71
5.3.5.5	<i>Interés por utilizar herramientas BIM</i>	71
5.4	<i>Resumen de la situación actual de la cadena de abastecimiento</i>	72
6.	IMPLEMENTACIÓN DE BIM/VDC EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL CASO DE ESTUDIO	74
6.1	Caso de estudio	74
6.2	Descripción del caso de estudio	74
6.3	Diseño del caso de estudio	75
6.3.1	<i>Plan de acción</i>	76
6.3.2	<i>Alcances del plan de acción</i>	77
6.4	Aplicación de BIM/VDC en el caso de estudio	77
6.4.1	<i>Generación del modelo 3D</i>	78
6.4.2	<i>Recorrido virtual del proyecto y detección de interferencias</i>	80
6.4.3	<i>Planificación detallada de actividades</i>	81
6.4.4	<i>Cuantificaciones</i>	82
6.5	Aplicación de BIM/VDC en la cadena de abastecimiento del caso de estudio	83
6.5.1	<i>Relación con el mandante del proyecto</i>	83
6.5.2	<i>Oficina central</i>	85
6.5.3	<i>Proveedores</i>	88
7.	METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE BIM/VDC EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN	91
7.1	Objetivos y alcances de la metodología	91
7.2	Descripción de la metodología	92
7.2.1	<i>Análisis de la cadena de abastecimiento de las empresas</i>	93
7.2.1.1	<i>Acciones principales y resultados esperados</i>	93
7.2.2	<i>Planificación y diseño de la aplicación de BIM/VDC en la CA</i>	94
7.2.2.1	<i>Acciones principales y resultados esperados</i>	95
7.2.3	<i>Implementación de acciones</i>	99
7.2.3.1	<i>Requisitos para la aplicación</i>	99
7.2.3.2	<i>Limitaciones para la aplicación de BIM/VDC en la CA</i>	100
7.2.4	<i>Seguimiento, control y mejoramiento</i>	100
7.3	Herramientas y métodos para la implementación de la propuesta	101
7.4	Resumen	102
8.	CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN	103
9.	BIBLIOGRAFÍA	106
10.	ANEXOS	112
10.1	Encuesta	112

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1: PBI e inversión en la construcción chilena	2
Figura 1.2: Origen de las causas de la baja productividad en proyectos de construcción 2003-2011	4
Figura 1.3: Principales causas de la baja productividad en proyectos de construcción 2003-2011	5
Figura 1.4: Urgencia de los pedidos en la construcción en Chile	5
Figura 1.5: Gasto en TI como % del PBI v/s crecimiento del PIB 1996-2002.....	7
Figura 1.6: Estructura de la memoria	11
Figura 2.1: Selección del caso de estudio	15
Figura 2.2: Metodología de la investigación	17
Figura 3.1: Etapas en el proceso de abastecimiento.....	20
Figura 3.2: Configuración general de la cadena de abastecimiento para cualquier industria	22
Figura 3.3: Comparación entre las CA de la Construcción y la Manufactura.....	23
Figura 3.4: CA para la modalidad solo construcción.....	25
Figura 3.5: CA para la modalidad diseño y construcción	26
Figura 3.6: CA para la modalidad ingeniería, abastecimiento y construcción	27
Figura 3.7: Tecnología de la información.....	28
Figura 3.8: Elementos principales de las TI.	29
Figura 3.9: E-Marketplace.....	31
Figura 3.10: Elementos inteligentes, Revit Arquitectura 2010.	33
Figura 3.11: Tecnologías de Visualización CAD 4D.....	34
Figura 3.12: Dimensiones de un proyecto.	35
Figura 3.13: Estructura del sistema de un modelo nD, adaptado de Salford University, 2007. ...	36
Figura 3.14: Modelo IFC.....	36
Figura 3.15: Instrucciones de trabajo asistidas por VDC.....	37
Figura 3.16: Distintas disciplinas coordinadas y trabajando en equipo.	38

Figura 3.17: Principales usos de BIM.	39
Figura 3.18: Aumento del uso de BIM en USA.....	40
Figura 4.1: Componentes de un proceso.....	42
Figura 4.2: Modelo del proceso constructivo.	43
Figura 4.3: Modelo genérico de la cadena de abastecimiento en la construcción	44
Figura 4.4: Ejemplo de la CA en la construcción.	45
Figura 4.5: Presupuesto de TI como porcentaje de facturación 2003-2010.	48
Figura 4.6: Integración de los participantes en la industria de la construcción.	50
Figura 5.1: Información general de las empresas encuestadas.....	58
Figura 5.2: Principales proveedores para las empresas constructoras.....	59
Figura 5.3: Criterios para la selección de proveedores.	60
Figura 5.4: Problemas en la relación con los proveedores.....	61
Figura 5.5: Causas de los problemas en la relación con proveedores.	62
Figura 5.6: Barreras en la relación con proveedores.....	63
Figura 5.7: Problemas en la relación proyectos – oficina central.....	63
Figura 5.8: Causas de los problemas en la relación proyectos – oficina central.	64
Figura 5.9: Barreras en la relación entre proyectos y la oficina central.	65
Figura 5.10: Uso de software para la programación de proyectos.	65
Figura 5.11: Software de programación de proyectos usados por las empresas constructoras....	66
Figura 5.12: Uso de E-Marketplace en las empresas constructoras.	67
Figura 5.13: Uso de software ERP en las empresas constructoras.....	67
Figura 5.14: ERP utilizado por las empresas constructoras.	68
Figura 5.15: Uso de BIM en las empresas constructoras.	69
Figura 5.16: Principales usos de las herramientas BIM.....	70
Figura 5.17: Beneficios entregados por las herramientas BIM.	70
Figura 5.18: Principales problemas en la implementación de BIM.	71
Figura 5.19: Interés por usar BIM en las empresas constructoras.....	71
Figura 6.1: Primera modelación del edificio.	75

Figura 6.2: Plan de acción.	77
Figura 6.3: Modelación 3D de las fundaciones.	78
Figura 6.4: Modelación 3D de muros.	79
Figura 6.5: Modelación 3D de los pilares.	79
Figura 6.6: Interferencia entre vigas y muro.	80
Figura 6.7: Cuantificación de hormigón mediante Revit Architecture 2011.	82
Figura 6.8: Idea propuesta por mandante para el piso 4.	84
Figura 6.9: Modelo 3D del piso 4.	84
Figura 6.10: Modelo 3D del piso 4.	84
Figura 6.11: Selección de mejores alternativas de suministros en el mercado.	86
Figura 6.12: Selección de empresas de hormigón y equipos.	88
Figura 6.13: Uso de TI en conjunto con proveedores.	89
Figura 7.1: Aplicación de BIM/VDC en la cadena de abastecimiento en la construcción.	92
Figura 7.2: Actividades del análisis inicial de la CA.	93
Figura 7.3: Actividades de la planificación y diseño de la aplicación de BIM/VDC en la CA. ...	95
Figura 7.4: Herramientas y métodos incluidos en la metodología.	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1: Participación del sector construcción en el PBI (%).....	1
Tabla 1.2: Inversión estatal en construcción proyectada para el año 2011 en Chile... ..	2
Tabla 2.1: Tipos básicos de diseño para estudios de casos.	14
Tabla 4.1: Principales problemas en la CA en la construcción.	47
Tabla 4.2: Principales herramientas de TI en la CA en la construcción	51
Tabla 5.1: Estructura del cuestionario para empresas constructoras.	55
Tabla 5.2: Tamaño de la muestra.	57
Tabla 5.3: Problemas básicos en la CA de la construcción nacional y mundial.....	73
Tabla 6.1: Interferencias detectadas con el recorrido virtual del proyecto.....	81
Tabla 6.2: Hormigón empleado en losa.	83
Tabla 7.1: Ejemplos de medidas de desempeño de la aplicación de BIM/VDC.	98