



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE  
PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DOCTORAL

INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO COLABORATIVO EN  
LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS RESIDENCIALES DE  
PROMOCIÓN PRIVADA EN ESPAÑA. COMPARATIVA CON LA  
EXPERIENCIA NORTEAMERICANA.

**Autora:**

M. Amalia Sanz Benlloch

**Dirigida por:**

Dr. Keith R. Molenaar

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana

Valencia, diciembre de 2015



A Paco,  
por dejarme crecer,  
por valorar mi trabajo,  
por acompañarme a cada instante,  
y por cuidar con tanto cariño de mí  
y de lo que más quiero.



## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría en las líneas que siguen dar las gracias a todas aquellas personas que de alguna forma han colaborado en la realización del presente trabajo.

A los más de 70 promotores y profesionales del sector de la construcción por proporcionar los datos para la realización de esta investigación, gracias a su contribución y colaboración este documento ha sido posible. También deseo agradecer a todos aquellos que con tanta paciencia y amabilidad me dedicaron su tiempo y compartieron su experiencia durante la realización de las entrevistas.

A los profesores, Dr. Bryan Franz de la University of Florida y Dr. Behzad Esmaili de la University of Nebraska-Lincoln, gracias por toda la ayuda y la colaboración prestada.

A los evaluadores externos, el Dr. Alfredo del Caño Gochi, la Dra. Carla López del Puerto y el Dr. Germán Martínez Montes, gracias por el tiempo y el esfuerzo dedicado en la revisión del documento, y por los comentarios y aportaciones sugeridas que me han permitido mejorar el contenido de este trabajo de investigación.

A mis compañeros de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y del Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil, que de muy diversas formas me han apoyado y han estado dispuestos a ayudarme en todo momento.

A mis compañeros de la Unidad Docente de Proyectos, por todo el apoyo recibido y particularmente dar las gracias al profesor Joaquín Catalá quien siempre me ha ofrecido su confianza y apoyo a lo largo de mi carrera profesional.

A mis amigos, por los buenos momentos compartidos, gracias por la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos durante estos años. Gracias, a Pepe Benavent, por compartir conmigo sus conocimientos de estadística. A Consuelo Dionisio y Enrique Pescador por ayudarme en la traducción del valenciano. A Esther Gómez, por la ayuda prestada y los momentos compartidos. Y a María Milián por su ayuda inestimable en la preparación de los datos.

A mis directores de tesis, el profesor Keith Molenaar y el profesor Eugenio Pellicer. He tenido la suerte y el privilegio de poder contar con dos grandes profesionales pero sobre todo con dos personas de una calidad humana excepcional. Gracias Keith, por guiarme, orientarme y aconsejarme en la realización de esta investigación, gracias por valorar mi trabajo y muy especialmente por infundirme ánimo, incluso en los momentos más difíciles. Gracias Eugenio, por brindarme la oportunidad de participar en una investigación que me ha fascinado, gracias por tu dedicación, las constantes revisiones, los buenos consejos y por toda la ayuda que ha hecho posible la finalización del documento.

A Cristina Torres, excelente compañera, quien sin esperar nada a cambio ha compartido conmigo su conocimiento, experiencia y tiempo. Gracias Cristina, por tu generosidad y tu apoyo constante y muy especialmente por infundirme tranquilidad en los momentos de crisis.

A Vicent Esteban, amigo y compañero clave en mi formación como profesional y como persona. Gracias Vicent, por la ayuda, la confianza y el apoyo incondicional que me has brindado durante todos estos años, gracias también por alegrarte siempre por mis logros.

A mis padres, por educarme en libertad y hacer posible que hoy sea una persona feliz y responsable. Gracias mamá por estar siempre que te necesito. Gracias papá por tus palabras de ánimo, han sido muy importantes para seguir adelante. A los dos, gracias por creer en mí. Y a mis hermanos, Reyes, Juven y M<sup>a</sup> José, gracias por vuestro apoyo y por todo vuestro cariño.

A mis tres tesoros: Pablo, “mi orgullo”, valiente, noble y todo un ejemplo de tenacidad, gracias por portarte como un hombrecito y ayudarme cuando más lo necesitaba. Miguel, “mi energía”, alegre, vital, curioso, gracias por acompañarme en todo momento, gracias por las notas que me dejabas por las noches diciéndome que era la mejor mamá del mundo, arrancándome una sonrisa incluso en los días más duros. Y David, “mi amor”, dulce, inteligente, tranquilo, gracias por dejarme abrazarte y sentir toda la paz y amor que eres capaz de transmitir. Vuestras virtudes, me han dado ejemplo y fuerza para llegar hasta el final.

Y a Paco, la persona más importante en mi vida, gracias por tu amor incondicional, por comprometerte y por acompañarme. Gracias por cuidar de mí y por nuestras cenas en el parque. Siempre te estaré agradecida.

El camino no ha sido fácil ni sencillo, pero ha valido la pena.

Gracias a todos.

*Solo los cambios producen cambios*

*Indra Kaur*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>LISTADO DE ACRÓNIMOS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxi</b>
<b>RESUM .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Enunciado del problema.....	2
1.3 Objetivos de la investigación .....	3
1.4 Alcance de la investigación .....	3
1.5 Método de investigación .....	4
1.6 Estructura de la tesis .....	5
<b>2 MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL .....</b>	<b>7</b>
2.1 Definiciones básicas .....	7
2.1.1 Proceso de adquisición.....	8
2.1.2 Métricas de rendimiento.....	13
2.2 Estado del arte.....	16
2.2.1 Estrategias de contratación.....	17
2.2.2 Estrategias de licitación.....	22
2.2.3 Estrategias de pago .....	23
2.2.4 Factores de éxito .....	24
2.3 Contexto de la construcción en España .....	37
2.4 Punto de partida de la investigación .....	42
2.5 Resumen del capítulo .....	44
<b>3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>45</b>
3.1 Introducción.....	45
3.2 El proceso de la investigación .....	46
3.3 La encuesta elaborada en Estados Unidos.....	50
3.4 La encuesta elaborada en España .....	51
3.4.1 Traducción y adaptación del cuestionario.....	51
3.4.2 Escala de medición .....	54
3.4.3 Contenido del cuestionario .....	54
3.4.4 Prueba piloto.....	58
3.4.5 Selección de la muestra.....	59
3.4.6 Recogida de los datos.....	59
3.4.7 Organización de los datos .....	60
3.4.8 Preparación de los datos .....	60
3.4.9 Variables de entrada, de resultados y de decisión.....	64
3.5 Estadística descriptiva .....	65

<b>3.6</b>	<b>Análisis de correlación</b>	<b>65</b>
<b>3.7</b>	<b>Análisis de componentes principales</b>	<b>67</b>
<b>3.8</b>	<b>Estudio de casos</b>	<b>71</b>
3.8.1	Propósito y objetivo	72
3.8.2	Definición de la unidad de análisis y selección de casos	73
3.8.3	Diseño del protocolo del estudio de casos	74
3.8.4	Proceso de recogida de los datos	74
3.8.5	Registro y clasificación de los datos	74
3.8.6	Análisis e interpretación de los datos	75
3.8.7	Conclusiones del estudio	75
<b>3.9</b>	<b>Comparación de los resultados entre EE. UU. y España</b>	<b>75</b>
<b>3.10</b>	<b>Conclusiones y líneas futuras de investigación</b>	<b>76</b>
<b>3.11</b>	<b>Resumen del capítulo</b>	<b>76</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>77</b>
<b>4.1</b>	<b>Estadística descriptiva</b>	<b>77</b>
4.1.1	Escalas de medición	77
4.1.2	Demografía	78
4.1.3	Características de las obras	78
4.1.4	Resultados: costes, plazos y calidad	79
4.1.5	La licitación y el contrato	82
4.1.6	Características del equipo e interacción entre los miembros del equipo	84
4.1.7	Proceso y tecnología	87
4.1.8	Éxito	88
4.1.9	Conclusiones de la estadística descriptiva	88
<b>4.2</b>	<b>Análisis de correlación</b>	<b>91</b>
4.2.1	Resultados y discusión	91
4.2.2	Conclusiones del análisis de correlación	96
<b>4.3</b>	<b>Análisis de componentes principales</b>	<b>97</b>
4.3.1	Resultados y discusión	97
4.3.2	Conclusiones del análisis de componentes principales	101
<b>4.4</b>	<b>Estudio de casos</b>	<b>102</b>
4.4.1	Definición de la unidad de análisis y selección de casos	103
4.4.2	Diseño del protocolo del estudio de casos	108
4.4.3	Proceso de recogida de los datos	108
4.4.4	Registro y clasificación de los datos	109
4.4.5	Análisis e interpretación de los datos	109
4.4.6	Conclusiones del estudio	115
<b>4.5</b>	<b>Resumen del capítulo</b>	<b>116</b>
<b>5</b>	<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EE. UU Y ESPAÑA</b>	<b>117</b>
<b>5.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>117</b>
<b>5.2</b>	<b>La investigación en los Estados Unidos</b>	<b>118</b>
5.2.1	Objeto de la investigación	118
5.2.2	Características de la muestra en Estados Unidos	118
5.2.3	Resultados	119
<b>5.3</b>	<b>Comparación de resultados</b>	<b>126</b>
5.3.1	Características de la muestra en España	127
5.3.2	Características de la muestra en EE.UU. para el sistema de contratación tradicional	128
5.3.3	Comparación de los resultados entre EE. UU. y España para el sistema de contratación tradicional	129
5.3.4	Resultados de la comparación entre Estados Unidos y España	134
<b>5.4</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>136</b>
<b>5.5</b>	<b>Recomendaciones prácticas</b>	<b>138</b>
<b>5.6</b>	<b>Resumen del capítulo</b>	<b>140</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>141</b>
6.1	Cumplimiento de los objetivos .....	141
6.2	Contribuciones de la investigación.....	143
6.3	Recomendaciones prácticas.....	148
6.4	Limitaciones.....	150
6.5	Futuras líneas de investigación .....	151
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>153</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>171</b>
	Anexo A: ENCUESTA .....	173
	Anexo B: FICHERO PARA RECOGIDA DE DATOS .....	187
	Anexo C: PROTOCOLO DE LA ENCUESTA .....	191
	Anexo D: CLASIFICACIÓN DE VARIABLES DE LA ENCUESTA .....	195
	Anexo E: CUESTIONARIOS PARA EL ESTUDIO DE CASOS .....	199
	Anexo F: INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CASOS.....	205



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Revisión de la literatura .....	25
Tabla 2: Resumen de la literatura .....	27
Tabla 3: Uso en Estados Unidos y España de las estrategias de contratación más integradas .....	38
Tabla 4: El dinamismo de la vivienda.....	41
Tabla 5: Características del equipo. Ejemplo de construcción de la escala Likert de 6 puntos.....	54
Tabla 6: Diferencia entre el IPC y el índice de revisión de precios .....	63
Tabla 7: Interpretación del coeficiente de correlación .....	66
Tabla 8: Demografía .....	78
Tabla 9: Tipo de cimentación .....	78
Tabla 10: Obra correspondiente a nueva construcción y reforma.....	78
Tabla 11: Modificaciones al proyecto.....	79
Tabla 12: Partes del proyecto modificadas .....	79
Tabla 13: Complejidad técnica de la obra .....	79
Tabla 14: Costes de construcción y totales .....	80
Tabla 15: Métricas de rendimiento. Costes.....	80
Tabla 16: Plazos de construcción y totales.....	81
Tabla 17: Métricas de rendimiento. Plazos .....	81
Tabla 18: Calidad .....	82
Tabla 19: Tipología del promotor .....	82
Tabla 20: Criterios de selección.....	83
Tabla 21: Criterio principal para seleccionar al constructor.....	83
Tabla 22: Procedimiento de adjudicación del contrato.....	84
Tabla 23: Disposiciones de pago.....	84
Tabla 24: Experiencia en edificios similares .....	85
Tabla 25: Relación previa con el promotor .....	85
Tabla 26: Características del equipo.....	86
Tabla 27: Espacio de trabajo compartido.....	86
Tabla 28: Interacción entre los participantes .....	86
Tabla 29: Establecimiento de objetivos en la obra.....	87
Tabla 30: Reuniones durante la fase de diseño.....	87
Tabla 31: Participantes en las reuniones de la fase de diseño .....	87
Tabla 32: BIM.....	88

Tabla 33: Éxito del proceso proyecto- construcción del edificio .....	88
Tabla 34: Variables de resultado. Costes.....	91
Tabla 35: Variables de resultado. Plazos .....	92
Tabla 36: Variables de resultado. Calidad .....	92
Tabla 37: Variables de resultado. Éxito .....	92
Tabla 38: Clasificación de las variables nominales en dicotómicas .....	93
Tabla 39: Variables de decisión de tipo ordinal.....	93
Tabla 40: Correlaciones (rho de Spearman) entre variables de decisión y resultado .....	94
Tabla 41: Correlación (rho de Spearman) entre variables de decisión .....	96
Tabla 42: Matriz de correlaciones .....	98
Tabla 43: KMO y prueba de Barlett .....	98
Tabla 44: Matriz anti-imagen .....	99
Tabla 45: Varianza total explicada.....	99
Tabla 46: Comunalidades .....	99
Tabla 47: Matriz de componentes rotados .....	100
Tabla 48: Matriz de correlaciones reproducidas .....	101
Tabla 49: Matriz de datos.....	103
Tabla 50: Tabla de la verdad.....	104
Tabla 51: Selección de los casos.....	107
Tabla 52: Resumen de los resultados entre EE.UU y España .....	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comparación entre las estrategias de contratación.....	10
Figura 2: Comparación entre los procedimientos de adjudicación .....	12
Figura 3: Comparación entre las disposiciones de pago .....	13
Figura 4: El ciclo de la construcción en España .....	40
Figura 5: El ciclo de la vivienda.....	42
Figura 6: Proceso de la investigación .....	49
Figura 7: Adaptación del cuestionario español .....	52
Figura 8: Fórmula de revisión de precios para obras de edificación general.....	62
Figura 9: Fases de cálculo en el análisis factorial .....	68
Figura 10: Esquema para la selección de casos.....	106
Figura 11: Distribución geográfica de la muestra en EE. UU. ....	119
Figura 12: Evaluación de las estrategias de contratación con los factores de éxito .....	123
Figura 13: Relación entre la integración del equipo y los resultados de plazos.....	125
Figura 14: Relación entre la cohesión del grupo y los resultados de costes .....	125
Figura 15: Relación entre la integración y la cohesión del equipo con los resultados de rendimiento ...	126
Figura 16: Distribución geográfica de la muestra en España .....	127
Figura 17: Comparación de las características de las obras (EE. UU.- ESPAÑA).....	130
Figura 18: Comparación de los resultados de rendimiento en las obras (EE. UU.-ESPAÑA).....	131
Figura 19: Relación entre integración y cohesión para España (31 obras) y Estados Unidos (204 obras)	132
Figura 20: Relación entre integración y cohesión para España (DBB) y Estados Unidos (DBB).....	133
Figura 21: Relación entre integración y cohesión para España (31 obras).....	134
Figura 22: Cumplimiento de los objetivos .....	142



## LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACP	Análisis de Componentes Principales
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Proceso Analítico Jerárquico)
ANOVA	<i>ANalysis Of VAriance</i> (Análisis de la Varianza)
APCSAFOR	Asociación de Promotores Inmobiliarios, Constructores y Agentes Urbanizadores de la Safor
APCV	Asociación Provincial de Promotores Inmobiliarios y Agentes Urbanizadores de Valencia
BCI	<i>Building Cost Index</i> (Índice de Coste de Construcción)
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelado de Información de la Construcción)
BOE	Boletín Oficial del Estado
CMR	<i>Construction Management at Risk</i> (Dirección Integrada de Proyecto)
CNC	Confederación Nacional de la Construcción
DB	<i>Design-Build</i> (Proyecto-Obra)
DBB	<i>Design-Bid-Building</i> (Diseño-Licitación-Construcción)
ENR	<i>Engineering News Record</i>
GMP	<i>Guaranteed Maximum Price</i> (Precio Máximo Garantizado)
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPC	Índice de Precios de Consumo
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i> (Proyectos Integrados)
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
LCSP	Ley de Contratos del Sector Público
LEED	<i>Leadership in Energy &amp; Environmental Design</i> (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible)
MnDOT	<i>Minnesota Department of Transportation</i> (Departamento de Transporte de Minnesota)
MOP	Ministerio de Fomento
MSA	<i>Measures of Sampling Adequacy</i> (Medida de Adecuación de la Muestra)
PIB	Producto Interior Bruto
PMI	<i>Project Management Institute</i>
QCA	<i>Qualitative Comparative Analysis</i> (Análisis Comparativo Cualitativo)
RFP	<i>Request For Proposal</i> (Solicitud de Propuestas)
SEOPAN	Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras
VAB	Valor Añadido Bruto



## RESUMEN

El modelo de contratación tradicional en el sector de la construcción diferencia claramente las fases de diseño y construcción sin integrarlas. En España, debido a la legislación existente y a la costumbre, tanto en edificación como en obra civil, se utiliza básicamente este sistema tradicional de contratación. Este modelo ha sido criticado por numerosos autores debido al sobrecoste, aumento de plazos y merma de la calidad que supone para el promotor, público o privado. En términos generales, los problemas que surgen están relacionados con la separación entre el diseño y la construcción que conlleva principalmente la falta de integración y comunicación efectiva, limitando las oportunidades de colaboración. Aunque hay estudios internacionales que evidencian que este sistema no está funcionando adecuadamente, en España existen pocos datos empíricos que sustenten este argumento. Los problemas derivados de la fragmentación pueden amplificarse en un mercado de licitación agresiva, tal y como sucede actualmente en el sector de la edificación residencial en España. Los promotores deben tener en cuenta estas facetas del negocio para aumentar su competitividad, especialmente en un escenario recesivo como el español.

A la vista de estos antecedentes, los objetivos principales de la investigación consisten, por una parte, en estudiar analíticamente la influencia de la integración y el comportamiento colaborativo del equipo en el éxito del proceso proyecto-construcción de edificios residenciales de promoción privada en España y, por otra parte, comparar los resultados obtenidos con una investigación similar realizada en Estados Unidos. De este modo, pueden conocerse las diferencias entre ambos países y pueden proponerse medidas para adaptar las mejores prácticas obtenidas del estudio norteamericano al caso español y viceversa.

El alcance del estudio se limita exclusivamente a las fases de diseño y construcción del ciclo de vida de un edificio. En este mismo contexto, se entiende por equipo a los participantes que tienen mayor relevancia en las fases de diseño y construcción del edificio (promotor, arquitecto, director de obra, constructor, y los subcontratistas de los trabajos más especializados). En la investigación la unidad de análisis es la obra, obteniéndose la información de un conjunto de obras de edificación residencial de promoción privada en España.

La investigación se inició conjuntamente en España y Estados Unidos con una revisión exhaustiva de la literatura, y un análisis por parte de un panel de expertos, que permitieron determinar el alcance de la investigación y la elaboración del cuestionario de recogida de datos. Se obtuvieron datos válidos de 31 obras, mediante entrevistas estructuradas al promotor y constructor de cada una de ellas. Los datos se analizaron mediante técnicas estadísticas (descriptivas, de correlación y

multivariantes). Posteriormente, se llevó a cabo un estudio de casos múltiple que permitieron validar los resultados cuantitativos obtenidos. Por último, se compararon los resultados de la investigación en España con una muestra similar de Estados Unidos. Esta comparación permitió identificar las diferencias y similitudes entre ambos países, aunque sea desde el punto de vista del enfoque tradicional de contratación.

El estudio concluyó que una organización del promotor con niveles altos de integración influía positivamente tanto en el comportamiento del equipo como en el éxito de la obra. La organización del promotor, el comportamiento del equipo y la experiencia, podrían considerarse como los factores clave que tienen una influencia positiva en el éxito de la obra y también contribuían directamente a los comportamientos positivos del equipo. No obstante, no se identificó un único factor que pudiera predecir el éxito de la obra; más bien, sería necesaria una combinación de variables para aumentar la probabilidad de éxito.

También se detectó que las obras analizadas en España, en comparación con las obras analizadas en Estados Unidos para el sistema de contratación tradicional, finalizaron con desviaciones inferiores de coste pero superiores en plazo. En España, los equipos de trabajo presentaron valores más altos en la cohesión del grupo, en comparación con los de Estados Unidos. Sin embargo, en Estados Unidos los equipos llevaron a cabo prácticas más integradas que en España. En ambos países, el sistema de contratación tradicional presentó valores más bajos de cohesión e integración que en otras estrategias más innovadoras analizadas únicamente en la investigación norteamericana.

## ABSTRACT

Traditional project delivery methods in the construction industry clearly separate the design and construction phases. In Spain, due to the current legislation and practice in both building and civil engineering works, this traditional project delivery method is essentially used. Many authors criticize the traditional delivery method due to cost overruns, schedule delays and lower quality for public and private facility owners. Overall, problems arise from the separation between design and construction, which creates a lack of integration and effective communication, limiting the opportunities for collaboration. While there are international studies that show inefficiencies in this traditional method, in Spain the empirical data to support this argument are very scarce. The problems due to fragmentation can be amplified in a market of aggressive bidding, as it is currently the case in the residential construction industry in Spain. Owners must take into account these business facets to increase their competitiveness, especially in a declining construction environment as the Spanish one.

In view of this background, the main objectives of the research are to analytically study the influence of integration and collaborative team behavior in the success of the design-construction process of private residential buildings in Spain. Additionally, this research will compare the results with a similar study conducted in the United States. In this manner, the differences between the two countries can be highlighted, and measures to adapt best practices from the United States to Spain, and vice versa, can be adopted.

The scope of the study is limited to the design and construction phases of the building life cycle. In this context, the project team comprises those participants that have the most importance in the design and construction phases of the building (owner, designer, representative of the owner, construction site manager, and key specialty trade subcontractors). In the research, the unit of analysis is the construction project, collecting information from a set of residential building projects privately developed in Spain.

The data collection process started jointly in Spain and the United States with a comprehensive literature review and input from a panel of industry professionals. The process established the scope of the investigation and the preparation of the data collection questionnaire. Valid data from 31 residential building projects was obtained by structured interviews with the owner and constructor from each project. Data were analyzed through descriptive and inferential statistics (univariate and multivariate). Later, a multiple case-study was used to validate and explore the quantitative results. Finally, results from the Spanish research were compared with a similar sample of the United States. This comparison identified the differences and similarities between

project delivery and integration in the two countries from both the traditional and alternative delivery methods.

The study results showed that owner organizations with high levels of integration positively influenced both team performance and project success. Owner's organization, team behavior and project experience were found to be the key factors that had a positive influence on the project success. These key factors also positively influenced team behavior. The research did not identify a single factor that could predict project success. Rather, a combination of these variables is necessary to increase the likelihood of success.

It was also found that the Spanish projects in this study, compared with the similar traditionally delivered projects in the United States, finished with lower deviations in cost but higher deviations in schedule. In Spain, the project teams had higher values in group cohesion, compared with those from the United States. However, in the United States, project teams had more integrated practices. In both countries, the traditionally delivered project had lower values of cohesion and integration than other more innovative strategies in the United States.

## RESUM

El model de contractació tradicional en el sector de la construcció diferencia clarament les fases de disseny i construcció sense integrar-les. A Espanya, a causa de la legislació existent i al costum, tant en edificació com en obra civil, s'utilitza bàsicament este sistema tradicional de contractació. Este model ha sigut criticat per nombrosos autors a causa del sobrecost, augment de plaços i reducció de la qualitat que suposa per al promotor, públic o privat. En termes generals, els problemes que sorgixen estan relacionats amb la separació entre el disseny i la construcció que comporta principalment la falta d'integració i comunicació efectiva, limitant les oportunitats de col·laboració. Encara que hi ha estudis internacionals que evidencien que este sistema no està funcionant adequadament, a Espanya hi ha poques dades empíriques que sustenten este argument. Els problemes derivats de la fragmentació poden amplificar-se en un mercat de licitació agressiva, tal com succeïx actualment en el sector de l'edificació residencial a Espanya. Els promotors han de tindre en compte estes facetes del negoci per a augmentar la seua competitivitat, especialment en un escenari recessiu com l'espanyol.

A la vista d'estos antecedents, els objectius principals de la investigació consistixen, d'una banda, a estudiar analíticament la influència de la integració i el comportament col·laboratiu de l'equip en l'èxit del procés projecte-construcció d'edificis residencials de promoció privada a Espanya i, d'altra banda, comparar els resultats obtinguts amb una investigació semblant realitzada als Estats Units. D'esta manera, poden conèixer-se les diferències entre ambdós països i poden proposar-se mesures per a adaptar les millors pràctiques obtingudes de l'estudi nord-americà al cas espanyol i viceversa.

L'abast de l'estudi es limita exclusivament a les fases de disseny i construcció del cicle de vida d'un edifici. En este mateix context, s'entén per equip als participants que tenen major rellevància en les fases de disseny i construcció de l'edifici (promotor, arquitecte, director d'obra, constructor, i els subcontractistes dels treballs més especialitzats). En la investigació la unitat d'anàlisi és l'obra, obtenint-se la informació d'un conjunt d'obres d'edificació residencial de promoció privada a Espanya.

La investigació es va iniciar conjuntament a Espanya i Estats Units amb una revisió exhaustiva de la literatura, i una anàlisi per part d'un panell d'experts, que van permetre determinar l'abast de la investigació i l'elaboració del qüestionari d'arreplega de dades. Es van obtindre dades vàlids de 31 obres, per mitjà d'entrevistes estructurades al promotor i constructor de cada una d'elles. Les dades es van analitzar per mitjà de tècniques estadístiques (descriptives, de correlació i multivariants). Posteriorment, es va dur a terme un estudi de casos múltiple que van permetre validar els resultats quantitatius obtinguts. Finalment, es van comparar els resultats de la investigació a Espanya amb una mostra semblant dels Estats Units. Esta comparació va

permetre identificar les diferències i similituds entre ambdós països, encara que siga des del punt de vista de l'enfocament tradicional de contractació.

L'estudi va concloure que una organització del promotor amb nivells alts d'integració influïa positivament tant en el comportament de l'equip com en l'èxit de l'obra. L'organització del promotor, el comportament de l'equip i l'experiència podrien considerar-se com els factors clau que tenen una influència positiva en l'èxit de l'obra i també contribuïen directament als comportaments positius de l'equip. No obstant això, no es va identificar un únic factor que poguera predir l'èxit de l'obra; més aïna, seria necessària una combinació de variables per a augmentar la probabilitat d'èxit.

També es va detectar que les obres analitzades a Espanya, en comparació amb les obres analitzades als Estats Units per al sistema de contractació tradicional, van finalitzar amb desviacions inferiors de cost però superiors en plaç. A Espanya, els equips de treball van presentar valors més alts en la cohesió del grup, en comparació amb els dels Estats Units. No obstant això, als Estats Units els equips van dur a terme pràctiques més integrades que a Espanya. En ambdós països, el sistema de contractació tradicional va presentar valors més baixos de cohesió i integració que en altres estratègies més innovadores analitzades únicament en la investigació nord-americana.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En el contexto internacional, los modelos de contratación tradicionales, tanto en edificación como en ingeniería civil, diferencian claramente las fases de diseño y construcción sin llevar a cabo una integración entre ambas fases. Este modelo clásico de contratación ha sido criticado por numerosos autores debido al sobrecoste, aumento de plazos y merma de la calidad que supone para el promotor público o privado. (Alarcón y Pellicer 2009; Ballard y Howell 2003; Champagne 1997; Chan et al. 2003, 2011; Gransberg et al. 2006; Koskela 1992; Latham 1994; Matthews y Howell 2005; Molenaar y Gransberg 2001; Sakal 2005; Shumway et al. 2004a; b; Walker et al. 2000). En términos generales, los problemas que surgen están relacionados con la separación entre el diseño y la construcción; esta separación conlleva principalmente falta de integración y comunicación efectiva, limitando las oportunidades de colaboración (Nam y Tatum 1992; Naoum y Egbu 2015; Pocock et al. 1996).

Estos problemas condujeron al sector de la construcción a ofrecer métodos alternativos de contratación y a adoptar un nuevo enfoque más integrado en la contratación. Para hacer frente a este desafío, diferentes tipos de estrategias de contratación se han introducido en la industria de la construcción ofreciendo diferentes niveles de integración del equipo: la dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*) (Barrie y Paulson 1978), el proyecto-obra (*Design-Build, DB*) (Nam y Tatum 1992), la asociación (*Partnering*) (Baker 1990), o la ejecución de proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*) (Ballard 2000). Estas estrategias permiten una mayor interacción y colaboración entre las partes, como respuesta a la confrontación, apuntando a la integración como un indicador de éxito (ElAsmar et al. 2013). En esta línea, Pocock et al. (1996) reconocieron que las obras con bajo grado de integración tenían una amplia gama de crecimiento de costes y plazos, y un número elevado de modificaciones, mientras que las obras con alto grado de integración obtenían mejores y más consistentes indicadores de resultado. Konchar y Sanvido (1998) llegaron a la conclusión de que cuanto más integrada es la estrategia de contratación utilizada por el promotor, mejores resultados se obtenían en cuanto a costes y plazos. A pesar de estas contribuciones anteriores, otros autores (Ibbs et al. 2003; Odhigu et al. 2012) no encontraron ninguna evidencia de que

enfoques más integrados que el tradicional diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*) tuvieran mejores resultados.

Sin embargo, los estudios analizados en los párrafos anteriores se desarrollaron en países de cultura anglosajona. En el sector de la construcción español, debido a la legislación existente y a la costumbre, los organismos públicos utilizan básicamente la contratación tradicional basada en el contrato independiente del proyecto, por una parte, y de la obra, por otra, y únicamente en grandes actuaciones se plantean la utilización de colaboraciones público-privadas. El diseño-licitación-construcción es también el método de entrega más común utilizado por los promotores privados del sector de la edificación residencial. La utilización masiva de la contratación tradicional viene avalada por la legislación vigente: la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (Jefatura del Estado 1999), por una parte, protege enormemente al arquitecto como profesional libre (Pellicer y Victory 2006), mientras que la Ley de Contratos del Sector Público (Ministerio de Economía y Hacienda 2011a) no permite (o dificulta sobremanera) determinado tipo de contratos colaborativos o relacionales (Del Caño et al. 2008). Además, en España, la estrategia de contratación de proyectos integrados (IPD) es poco conocida en la construcción convencional (edificación residencial y obras de ingeniería civil), la dirección integrada de proyectos (CMR) se utiliza en pocas ocasiones, fundamentalmente por los promotores industriales o comerciales, y el proyecto-obra (DB) se utilizó en el pasado (en los años 70), pero tiene poco uso en la actualidad (Pellicer et al. 2014a). No obstante, conviene matizar que, en construcciones industriales de cierto tamaño y complejidad, se han llevado a cabo otras estrategias de contratación diferentes al sistema tradicional, destacando el uso de estrategias de proyecto-obra (en diferentes variantes), la dirección integrada de proyectos y de proyectos integrados desde mediados del siglo XX, introducidas al tiempo que se establecieron las bases militares norteamericanas en suelo español (Ministerio de Fomento 1998).

## **1.2 Enunciado del problema**

De los antecedentes presentados se deriva que existe consenso entre expertos e investigadores de que el sistema de contratación tradicional, que separa el diseño de la construcción, no está funcionando adecuadamente. Por el contrario, la integración del equipo, a través de una mayor interacción y colaboración, ha tenido éxito en determinadas situaciones (ElAsmar et al. 2013; Konchar y Sanvido 1998). No obstante, este es un tema que todavía está en discusión y presenta un amplio espectro de matices a la hora de investigarlo; además, aunque el tema de la integración se ha estudiado extensamente internacionalmente, se han encontrado pocos estudios específicamente centrados en el diseño y la construcción de edificios de viviendas.

Tal y como se ha comentado previamente, en el sector de la construcción español, debido a la legislación existente y a la costumbre, se utiliza básicamente el sistema de contratación tradicional de diseño-licitación-construcción; aunque hay estudios internacionales que evidencian que este sistema no está funcionando adecuadamente (Konchar y Sanvido 1998; Koskela 1992; Latham 1994; Mollaoglu-Korkmaz et al. 2013; Park et al. 2015; Pocock et al. 1996), en España no existen datos empíricos (o bien son escasos, desfasados o parciales) que sustenten este argumento. Por otro lado, en el mercado de la construcción residencial, el promotor es la parte interesada que inicia el ciclo de vida del proceso proyecto-construcción con el objeto de lograr beneficios por la venta de viviendas (Alshubbak et al. 2015; Lim et al. 2010; Soetanto y Proverbs 2002). Los promotores deben tener en cuenta todas las facetas del negocio para aumentar la competitividad, especialmente en un escenario recesivo como el español (Oviedo-Haito et al. 2014). El éxito en el proceso proyecto-construcción, por lo tanto, es una ventaja competitiva clave para el promotor (Pellicer et al. 2012b).

Los problemas derivados de la fragmentación pueden amplificarse en un mercado de licitación agresiva, tal y como sucede actualmente en el sector de la edificación residencial en España. Por todo lo anterior, esta tesis plantea estudiar el efecto de la integración y el comportamiento del equipo en el éxito de la construcción de viviendas de promoción privada en el sector de la construcción español.

### **1.3 Objetivos de la investigación**

- I. Estudiar analíticamente la influencia de la integración y el comportamiento colaborativo del equipo en el éxito del proceso proyecto-construcción de edificios residenciales de promoción privada en España.
- II. Comparar los resultados obtenidos con una investigación paralela realizada en Estados Unidos, para conocer las diferencias entre ambos países y proponer medidas para adaptar las mejores prácticas y conclusiones obtenidas del estudio norteamericano al caso de España y viceversa.

### **1.4 Alcance de la investigación**

El alcance del estudio se limita exclusivamente a las fases de diseño y construcción del ciclo de vida del edificio; por lo tanto en este contexto se entiende por proceso proyecto-construcción todas las acciones necesarias que dan como resultado un edificio en uso y explotación. En este mismo contexto, en la investigación, se entiende por equipo a los participantes que tiene mayor relevancia en las fases de diseño y construcción del edificio; este equipo está compuesto por: promotor, arquitecto (y director de obra), constructor, y los subcontratistas de los trabajos más especializados

(instalaciones y estructuras). En esta investigación se considera que la unidad de análisis es la obra, obteniéndose la información de un conjunto de obras de edificación residencial de promoción privada en España. Estas obras fueron de nueva construcción, finalizadas entre 2005 y 2013. Esta muestra no incluye obras de reforma ni edificación no residencial (construcción de edificios como naves industriales, oficinas, edificios comerciales, hospitales, instalaciones recreativas, hoteles, terminales de transporte, etc); tampoco incluye obras de ingeniería civil. Las mediciones de los resultados obtenidos en las obras se limitan a los costes, plazos, calidad y el éxito del proceso proyecto-construcción.

### **1.5 Método de investigación**

Esta investigación se dividió en cuatro fases. La primera fase se inicia conjuntamente en España y Estados Unidos con una revisión exhaustiva de la literatura, que permite identificar las variables de estudio; estas variables son contrastadas mediante discusión y análisis por parte de un panel de expertos; esto permite determinar el alcance de la investigación y la elaboración del cuestionario de recogida de datos. De forma paralela en España, se inicia la planificación del estudio, la traducción del cuestionario y su adaptación al escenario español mediante otro panel de expertos y una prueba piloto. La encuesta recoge datos cuantitativos de costes y plazos así como las percepciones cualitativas de la calidad, el éxito del proceso proyecto-construcción, las características y la interacción ente los participantes del equipo. La toma de los datos se obtiene mediante entrevistas estructuradas realizadas a promotores y constructores de obras de edificios residenciales de promoción privada. Los datos recogidos se examinan, se organizan y se depuran. Por último, se describen y se clasifican las variables del estudio antes de su análisis.

En la segunda fase se realiza el análisis de los datos. En primer lugar se lleva a cabo un análisis preliminar del conjunto de datos mediante estadística descriptiva, con el objetivo de describir las características y peculiaridades de la muestra. En segundo lugar se realiza un análisis exploratorio, que permita conocer las relaciones entre las variables, mediante un análisis de correlación. Este análisis facilita la identificación de las variables que pueden ser indicadores de éxito. Por último, se lleva a cabo un análisis multivariante de componentes principales, con el objetivo de reducir el conjunto de variables identificadas como indicadores de éxito a un conjunto más pequeño de variables (factores) para su análisis posterior y validación mediante técnicas cualitativas.

En la tercera fase, se lleva a cabo un estudio de casos para validar los resultados obtenidos en la fase anterior y profundizar en el conocimiento de cómo la integración y el comportamiento colaborativo del equipo influyen en el éxito de las obras. El

proceso seguido en el estudio de casos consiste en primer lugar en establecer el objetivo del estudio, definir la unidad de análisis y seleccionar los casos a estudiar. A continuación, se define el método de recogida de los datos, los informadores clave y un cuestionario para realizar entrevistas grabadas según el diseño de un protocolo definido previamente. Los datos recogidos se transcriben, se registran en una base de datos, se codifican y se clasifican. Por último, se realiza un análisis más profundo de la información, confrontando la revisión de la literatura con los resultados obtenidos, para comprender el fenómeno estudiado.

En la cuarta fase se comparan los resultados de la muestra de obras españolas, con una muestra similar de obras ejecutadas en Estados Unidos por el sistema de contratación tradicional diseño-licitación-construcción. Por otro lado, los datos obtenidos en España a partir del mismo cuestionario y estadísticamente analizados, se incluyen en el modelo americano para poder comparar las obras de España con las obras similares de los Estados Unidos. A partir de esta comparación, los resultados permiten identificar las diferencias y similitudes entre ambos países, aunque sea desde el punto de vista del enfoque tradicional de contratación. Los resultados obtenidos se utilizan para elaborar unas recomendaciones que ayuden a mejorar el sector de la construcción en España y en los Estados Unidos.

## **1.6 Estructura de la tesis**

El documento se estructura en seis capítulos para facilitar la lectura de los contenidos. Cada capítulo (excepto el capítulo 1) al inicio describe su contenido y finaliza con un resumen que permite dar continuidad al documento.

El capítulo 1 proporciona una introducción a la investigación, incluyendo, el enunciado del problema, los objetivos de la investigación y una visión general del enfoque de la investigación.

El capítulo 2 describe algunas definiciones y conceptos con el objeto de aclarar algunos de los términos que aparecen a lo largo del documento. Presenta una revisión de la literatura científica que identifica la brecha en el conocimiento que sirve de motivación de esta investigación y contextualiza el sector de la construcción en España.

El capítulo 3 proporciona una descripción del proceso de la investigación, incluyendo, el contenido del cuestionario, el método de recolección de los datos, los análisis cuantitativos y cualitativos de los datos y la comparación entre la investigación en España y en Estados Unidos.

El capítulo 4 presenta el análisis y los resultados del conjunto de datos de la muestra, incluyendo, los diferentes análisis que se utilizan para describir y analizar de

manera cuantitativa los datos recogidos y el análisis cualitativo que permite validar y profundizar en el conocimiento de los resultados.

El capítulo 5 recoge el estudio de la comparación entre los resultados de la muestra analizada en España y de una muestra similar en los Estados Unidos, los resultados encontrados en la comparación, las conclusiones extraídas y unas recomendaciones prácticas.

Por último, el capítulo 6 presenta el cumplimiento de los objetivos, expone las contribuciones y las recomendaciones prácticas, reconoce las limitaciones en la metodología, y finalmente proporciona un esquema para la investigación futura.

## **CAPÍTULO 2**

# **MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL**

En este capítulo se describe en primer lugar las definiciones de los términos relacionados con el proceso de adquisición que debe llevar a cabo un promotor para poner en funcionamiento una infraestructura, así como algunos conceptos que definen las métricas que permiten medir los resultados obtenidos en las obras. En segundo lugar, se presenta la revisión de la literatura sobre diferentes aspectos del proceso de adquisición, se analizan los antecedentes en la construcción y se describen los estudios más relevantes que se han realizado para conocer la relación entre las diferentes estrategias y los resultados que definen el éxito en las obras. En tercer lugar, se describe el contexto de la construcción en España y se analiza cómo ha sido la evolución del sector en los últimos años. Por último, se incide en la laguna del conocimiento relativa a la integración y las relaciones del equipo en los resultados de las obras de edificación residencial.

### **2.1 Definiciones básicas**

En este apartado se describen algunas definiciones y conceptos con el objeto de aclarar algunos de los términos que aparecen a lo largo del documento. Cada uno de los términos que se definen, se acompaña con el término en inglés equivalente, tal y como se cita en la bibliografía consultada para su elaboración. En primer lugar, se introduce las definiciones de las estrategias que rodean al proceso que debe llevar a cabo un promotor (público o privado) para poner en funcionamiento una infraestructura. Por un lado, conviene aclarar el significado de estos términos porque en muchas ocasiones se confunden o son mal empleados por los profesionales y académicos, al no existir una definición universal al respecto. Y por otro lado, conviene establecer una nomenclatura que englobe de algún modo, lo que de la misma manera o de forma similar se realiza en España y en Estados Unidos. En segundo lugar, se definen los conceptos de las métricas de costes y plazos que más adelante se han utilizado, para comparar los resultados de costes y plazos obtenidos en las obras analizadas en la presente investigación.

### 2.1.1 Proceso de adquisición

A continuación se propone y detalla una nomenclatura que permita identificar inequívocamente las diferentes alternativas que dispone un promotor con la finalidad de poner en uso y explotación una infraestructura (de edificación u obra civil), teniendo en cuenta exclusivamente las fases de diseño y construcción del ciclo de vida. No se diferencia entre promotor público o privado a la hora de aplicar la propuesta aunque el alcance de esta tesis se limita a la edificación residencial de promoción privada. Esta propuesta, además, tampoco sigue exclusivamente la legislación y normativa española y europea, sino que pretende ser lo más universal posible; no obstante las diferentes alternativas contempladas en la legislación española y europea (Ministerio de Economía y Hacienda 2011a; Unión Europea 2014) tienen cabida en la siguiente propuesta. Por último indicar que las diferentes alternativas de financiación no se contemplan, suponiendo siempre un pago inmediato (o cuasi-inmediato), por lo que no se tiene en cuenta tampoco la fase de explotación; por este motivo no se han considerado alternativas tales como la concesión o las colaboraciones público-privadas.

*Un proceso de adquisición* (PMI 2013) comprende las acciones necesarias para que un promotor lleve a cabo la transacción de los bienes, obras o servicios, que permitan la puesta en uso y explotación de una infraestructura. Este proceso de adquisición comprende cuatro grupos de estrategias básicas: (1) contratación, (2) licitación, (3) pago y (4) gestión. Cada una de estas estrategias, se definen a continuación. Estas definiciones se basan en las propuestas de Gordon (1994), Molenaar et al. (1999), Molenaar et al. (2009) y Touran et al. (2009), adaptadas y mejoradas para la lengua española.

**Estrategia de contratación** (*Project Delivery System*): define las diferentes alternativas contractuales que el promotor puede establecer con los diferentes agentes (arquitectos, consultores, constructores, etc.) que ofrecen servicios de diseño y construcción para entregar una obra completa al promotor. Las principales estrategias de contratación que comprenden las fases de diseño y construcción son: tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*), dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*), el proyecto-obra (*Design-Build, DB*) y los proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*). Aunque existen otras alternativas o variantes de estas estrategias, estas no se consideran, debido a que se hace poco uso de ellas y su matización no se considera relevante para el contexto español. La descripción de las cuatro principales estrategias de contratación se detalla a continuación:

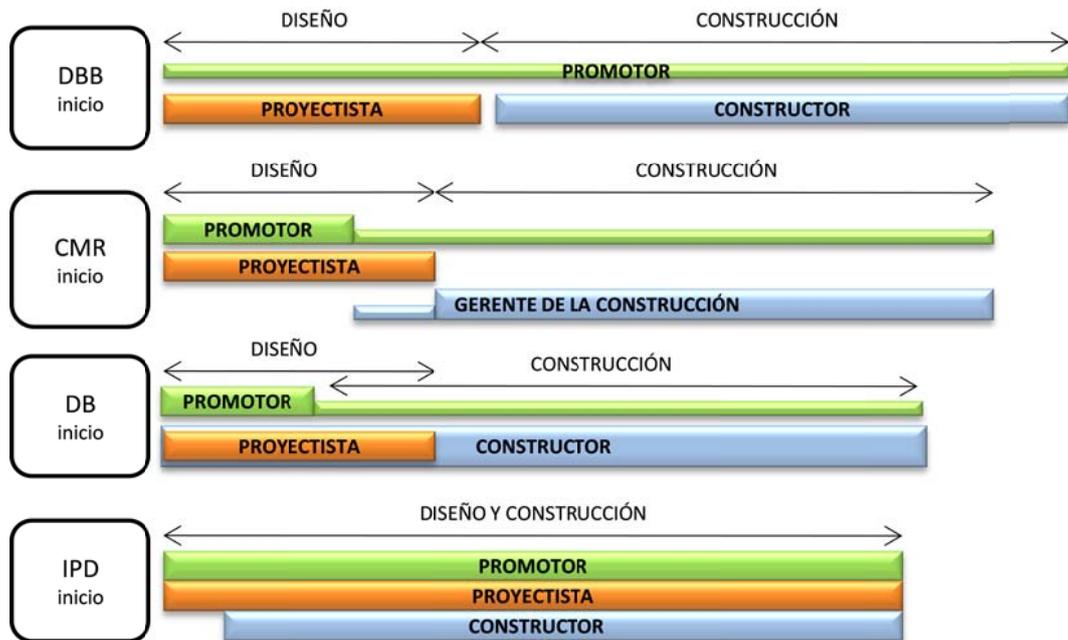
- *Diseño-licitación-construcción* (*Design-Bid-Build, DBB*): el promotor contrata el diseño a un arquitecto o ingeniero (generalmente un estudio

de arquitectura o una consultora de ingeniería) y, posteriormente, cuando el proyecto se ha completado en detalle, el promotor contrata a un constructor (contratista principal) para que ejecute la totalidad de la obra, en base a los documentos del proyecto. El promotor es responsable frente al contratista principal de los detalles de diseño y de garantizar la calidad de los documentos del proyecto facilitados al constructor.

- *Dirección integrada de proyecto (Construction Management at Risk, CMR)*: el promotor contrata a un proyectista (arquitecto o ingeniero) los servicios de diseño, y contrata la construcción de la obra a un gerente de la construcción (*Construction Manager*) que actúa como un contratista principal gestionando toda la obra a partir de los planos y especificaciones del proyecto y garantizando un coste y un plazo de ejecución. A diferencia del sistema tradicional (DBB), la dirección integrada de proyecto permite la incorporación del gerente de la construcción en el proceso de diseño. El gerente de la construcción se convierte en un miembro del equipo y colabora en el proyecto con la estimación de costes, plazos y soluciones constructivas. Es similar al sistema tradicional (DBB), dado que el promotor es responsable de los detalles del diseño.
- *Proyecto-obra (Design-Build, DB)*: el promotor contrata a un contratista general (normalmente una empresa constructora), los servicios de diseño y la construcción, en el mismo contrato. Esta empresa puede contratar, en parte o en su totalidad, los trabajos de diseño y construcción a otras empresas. El contratista general es responsable del proyecto técnico y de la construcción de la obra. Al igual que en la dirección integrada de proyecto (CMR), el constructor tiene una incorporación temprana en el proceso de diseño.
- *Proyectos integrados (Integrated Project Delivery, IPD)*: el promotor establece acuerdos contractuales con el equipo de diseño y el contratista principal para que en colaboración, se comprometan a trabajar en equipo desde el inicio del diseño y durante toda la construcción de la obra. Esta estrategia integra a las personas en un proceso que aprovecha el talento y las ideas de todos los participantes, para optimizar los resultados, reducir las pérdidas, y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño y construcción. Los contratos que

se establecen combinan riesgos y compensaciones para todos los participantes.

En la Figura 1, se muestra una comparación entre las diferentes estrategias de contratación en la que se observa el momento de la incorporación de cada uno de los participantes principales (promotor, proyectista y constructor) en las fases del proceso proyecto-construcción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Comparación entre las estrategias de contratación

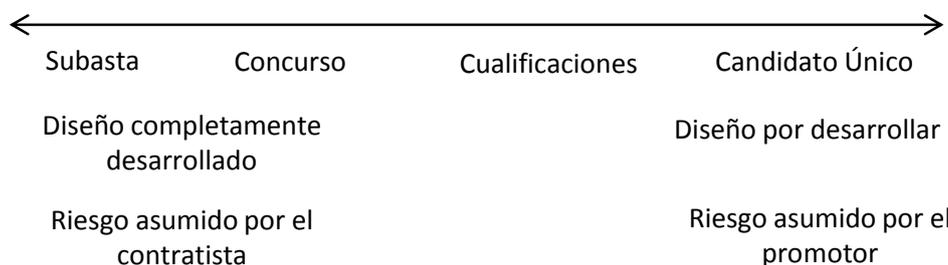
**Estrategia de licitación (Procurement Procedure):** esta estrategia define las diferentes combinaciones que el promotor puede adoptar para solicitar las propuestas y adjudicar el contrato a las empresas que van a realizar los servicios de diseño y construcción. La combinación de cómo invita el promotor a participar a las empresas y los criterios que puede adoptar para la adjudicación del contrato, da lugar principalmente a cinco tipos de procedimiento en la estrategia de licitación: abierto subasta (*Open Bid o Low Bid*), abierto concurso (*1-Stage Request For Proposal, RFP*), restringido (*2-Stage-RFP o Short List*), negociado y candidato único (*Sole Source*).

- *Procedimiento abierto subasta (Open Bid o Low Bid):* todo empresario interesado puede participar en el proceso y presentar una proposición (oferta). En este procedimiento el promotor selecciona al contratista

principal teniendo en cuenta un único criterio: el precio. El promotor adjudica el contrato a la empresa que le oferte el precio más bajo.

- *Procedimiento abierto concurso (1-Stage Request for Proposal, RFP)*: todo empresario interesado puede participar en el proceso y presentar una proposición. En este procedimiento el promotor selecciona al contratista principal teniendo en cuenta otros criterios además del precio. Estos criterios incluyen las cualificaciones, los plazos, la propuesta técnica y otros criterios que puedan ser necesarios para la ejecución de la obra. El promotor adjudica el contrato en base al mejor valor (*Best Value*) que se obtiene de la combinación de los méritos técnicos evaluados y el mejor precio asociado (pero no necesariamente al precio más bajo).
- *Procedimiento restringido (2-Stage-RFP o Short List)*: solo participan en el proceso los empresarios que el promotor ha seleccionado previamente. El proceso tiene una primera etapa de preselección de las empresas según unos criterios establecidos a priori. En la segunda etapa las empresas seleccionadas (lista corta) presentan la propuesta donde el promotor se puede basar para la selección únicamente en el precio (subasta) o tener en cuenta otros criterios además del precio (concurso). La adjudicación del contrato se puede hacer en base al precio o en base al mejor valor.
- *Procedimiento negociado*: solo participan uno o varios empresarios con los que el promotor negocia el contrato. En la negociación el promotor puede tener en cuenta el precio y otros criterios o puede seleccionar al contratista principal en base únicamente a las cualificaciones (*Qualifications-Based*) sin que el precio sea un criterio a considerar. En este último caso el promotor adjudica el contrato a la empresa que le presente la mejor oferta en base a sus cualificaciones y después negocia el precio.
- *Candidato único (Sole Source)*: el promotor selecciona directamente a una empresa con la que negocia los términos del contrato. Es un procedimiento de negociación no competitivo.

En la Figura 2, se muestra una comparación entre los distintos tipos de procedimientos de adjudicación del contrato distribuidos en función de la definición del diseño y de la distribución del riesgo.



Fuente: Adaptado de (Molenaar et al. 2009)

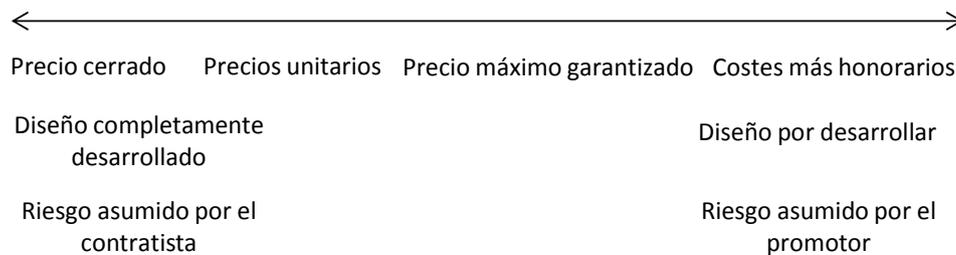
**Figura 2: Comparación entre los procedimientos de adjudicación**

**Estrategia de pago (Contract Payment Provision):** define las diferentes alternativas que el promotor puede disponer para realizar el pago de los servicios de diseño y construcción contratados. Los diferentes tipos de disposiciones de pago son: precio cerrado o tanto alzado (*Lump Sum*), precios unitarios (*Unit Prices*), precio máximo garantizado (*Guaranteed Maximum Price*) y costes más honorarios (*Cost Plus*).

- *Precio cerrado o tanto alzado (Lump Sum):* se establece una cantidad fija de dinero como disposición de pago por todos los trabajos que se tienen que realizar. La disposición es simple y fácil de administrar.
- *Precios unitarios (Unit prices):* se fijan los precios para las distintas unidades de trabajo antes del inicio de los trabajos. El pago se realiza en base a la cantidad que se ejecuta realmente durante la realización de los trabajos y el precio establecido para cada unidad antes del inicio de los trabajos.
- *Precio máximo garantizado (Guaranteed Maximum Price):* el promotor realiza el pago hasta un límite determinado a partir del cual será el contratista el responsable de asumir cualquier coste adicional. Si el trabajo termina por debajo del precio máximo garantizado, el contratista recibe un incentivo.
- *Costes más honorarios (Cost Plus):* mediante esta disposición el contratista ve reembolsados todos sus costes más una cantidad adicional u honorarios negociados que se definen en el contrato. La cantidad adicional pueden ser unos honorarios fijos (*Cost Plus a Fixed*

*Fee*) o variables que se establecen como un porcentaje de los honorarios (*Cost Plus a Percentage Fee*).

En la Figura 3, se muestra una comparación entre las distintas disposiciones de pago del contrato distribuidas en función de la definición del diseño y de la distribución del riesgo.



Fuente: Adaptado de (Molenaar et al. 2009)

**Figura 3: Comparación entre las disposiciones de pago**

**Estrategia de gestión (Management Strategy):** define la mecánica que sirve para administrar y supervisar todo el proceso proyecto-construcción. Por ejemplo el promotor puede gestionar todo el proceso con personal propio (*In-House*), contratando a consultores externos o transfiriendo total o parcialmente la gestión al contratista. Obviamente, la estrategia de contratación elegida puede condicionar mucho la elección de la estrategia de gestión. Las estrategias de gestión no se consideraran en esta investigación.

### 2.1.2 Métricas de rendimiento

En este apartado se definen los términos de las métricas de rendimiento de costes y de plazos que se han utilizado en la investigación. Estas métricas se trataron como variables de resultado en el análisis cuantitativo de los datos. Las definiciones de estos términos se han elaborado a partir de las publicaciones de Konchar y Sanvido (1998); Gransberg y Buitrago (2002) y Franz (2014).

#### 2.1.2.1 Métricas de costes

Las métricas de costes permiten comparar los resultados de costes obtenidos en las obras. Las métricas de costes que se definen son: el coste unitario (*Unit Cost*), la intensidad (*Intensity*), el incremento de coste de construcción (*Construction Cost Growth*) y el incremento de coste total (*Project Cost Growth*).

*El coste unitario (Unit Cost)* es el coste por superficie. Se calcula con el coste total final que incluyen los costes reales del diseño y la construcción, dividido por los

metros cuadrados construidos. Se expresa en euros por metro cuadrado (€/m<sup>2</sup>) y se calcula mediante la Ecuación (2-1).

$$\text{Coste unitario} = \frac{\text{Coste total final}}{\text{Superficie construida}} \quad (2-1)$$

La *intensidad (Intensity)* es el coste unitario por cada mes de duración del proceso proyecto-construcción. Representa el coste unitario por unidad de tiempo. El coste unitario se calcula como en la ecuación (2-1) y la duración es el número de meses entre el inicio real del diseño y la terminación sustancial de las actividades de construcción. Se expresa en euros por metro cuadrado y por mes (€/m<sup>2</sup>/mes) y se calcula mediante la Ecuación (2-2).

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Coste unitario}}{\text{Duración del proceso proyecto – construcción}} \quad (2-2)$$

El *incremento de coste de construcción (Construction Cost Growth)* es el porcentaje de cambio entre los costes finales y los costes previstos al inicio de la construcción de las obras. Se expresa en porcentaje y se calcula mediante la Ecuación (2-3).

$$\text{Incremento coste de construcción} = \frac{\text{Coste final construcción} - \text{Coste previsto construcción}}{\text{Coste previsto construcción}} \times 100 \quad (2-3)$$

El *incremento de coste total (Project Cost Growth)* es el porcentaje de cambio entre los costes finales de todo el proceso proyecto-construcción y los costes previstos al inicio del proceso proyecto-construcción. Se expresa en porcentaje y se calcula mediante la Ecuación (2-4).

$$\text{Incremento coste total} = \frac{\text{Coste final proceso} - \text{Coste previsto proceso}}{\text{Coste previsto proceso}} \times 100 \quad (2-4)$$

#### 2.1.2.2 Métricas de plazos

Las métricas de plazos permiten comparar los resultados en cuanto a los plazos obtenidos en las obras. Las métricas de rendimiento de plazos que se definen son: la velocidad de construcción (*Construction Speed*), la velocidad del proceso proyecto-construcción (*Delivery Speed*), el incremento de plazo de construcción (*Construction Schedule Growth*) y el incremento de plazo total (*Project Schedule Growth*).

*La velocidad de construcción (Construction Speed)* es la rapidez con que la obra es construida. Se expresa en metros cuadrados por mes de duración de la construcción ( $m^2/mes$ ). El método de cálculo de la velocidad de la construcción se proporciona en la Ecuación (2-5). La duración de la construcción es el número de meses entre el inicio real de la construcción y la fecha real de terminación sustancial de la construcción.

$$\text{Velocidad de construcción} = \frac{\text{Superficie construida}}{\text{Duración de la construcción}} \quad (2-5)$$

*La velocidad total (Delivery Speed)* es la rapidez con que se diseñó y construyó la obra. Se expresa en metros cuadrados por mes de duración de todo el proceso proyecto-construcción ( $m^2/mes$ ). El cálculo se realiza mediante la Ecuación (2-6). La duración de la construcción es el número de meses entre el inicio real de la construcción y la fecha de terminación sustancial de la construcción.

$$\text{Velocidad total} = \frac{\text{Superficie construida}}{\text{Duración del proceso}} \quad (2-6)$$

*El incremento de plazos de construcción (Construction Schedule Growth)* es el porcentaje de cambio entre los plazos finales y los plazos previstos, de la construcción de las obras. Se expresa en porcentaje y se calcula mediante la Ecuación (2-7). La duración final es el número de días naturales entre la fecha real de inicio de las obras y la fecha real de finalización de las obras. La duración prevista es el número de días naturales entre la fecha prevista en el contrato del inicio de las obras y la fecha prevista en el contrato de la finalización de las obras.

$$\text{Incremento plazo de construcción} = \frac{\text{Duración final} - \text{Duración prevista}}{\text{Duración prevista}} \times 100 \quad (2-7)$$

*El incremento de plazos total (Project Schedule Growth)* es el porcentaje de cambio entre los plazos finales y los plazos previstos del proceso proyecto-construcción. Se expresa en porcentaje y se calcula mediante la Ecuación (2-8). La duración final del proceso proyecto-construcción es el número de días naturales entre la fecha real de inicio del proyecto y la fecha real de finalización de las obras. La duración prevista del proceso proyecto-construcción es el número de días naturales entre la fecha prevista en el contrato del inicio del proyecto y la fecha prevista en el contrato de la finalización de las obras.

$$\text{Incremento plazo total} = \frac{\text{Duración final proceso} - \text{Duración prevista proceso}}{\text{Duración prevista proceso}} \times 100$$

(2-8)

## 2.2 Estado del arte

El concepto “construcción” en su sentido más general incluye una serie de fases que suceden consecutivamente (Gann y Salter 2000) desde el análisis de la idea inicial hasta la “deconstrucción” definitiva de la infraestructura. La mayor parte de los autores coinciden en señalar cinco fases críticas en el proceso o ciclo de vida de la infraestructura (Cleland 2006; Pellicer et al. 2014b): viabilidad, diseño, construcción, explotación y desmantelamiento. El concepto “construcción” en su sentido más restringido, incluye únicamente la fase de construcción, la cual supone la mayor parte de la inversión que realiza el promotor (público o privado) de la infraestructura (Pellicer et al. 2012a).

En muchas ocasiones las relaciones que se establecen entre los agentes que intervienen en todo el proceso o ciclo de vida de la infraestructura son antagónicas, principalmente las relaciones que se establecen entre el promotor y el constructor, que lleva, en muchos casos, a un incremento de los costes y de los plazos de las obras o a una baja calidad del producto final (Koskela 1992; Latham 1994). Estas relaciones antagonistas se atribuyen a los objetivos contradictorios de las diferentes partes: el promotor quiere que las obras cumplan con unos requisitos de calidad, finalicen a tiempo y dentro de un presupuesto establecido, mientras que el constructor espera principalmente, obtener unos beneficios económicos (Sanvido et al. 1992). Estas relaciones también se atribuyen a la desintegración y fragmentación de la industria de la construcción (Koskela 1992; Latham 1994; Nam y Tatum 1992). La fragmentación en el proceso de selección del equipo, que resulta de considerar por separado las actividades de diseño y construcción, con frecuencia conduce al desarrollo de relaciones de confrontación, desconfianza y falta de transparencia (Berggren et al. 2001; Egan 1998; Latham 1994).

Uno de los factores que influyen en el comportamiento de las partes y define sus funciones y responsabilidades en la construcción de una obra es el proceso de adquisición que decide llevar a cabo el promotor (Latham 1994; Nam y Tatum 1992; Pocock et al. 1996). Implica la selección de los contratos que se van a establecer, la selección del equipo, y la definición de pago del contrato. Estas decisiones se ha demostrado que afectan a los resultados y al éxito general de una obra (Franz 2014; Leicht et al. 2015). Es evidente que el proceso puede considerarse un éxito si la obra se completa dentro del plazo y presupuesto previsto y se cumple con las expectativas de calidad y con un alto nivel de satisfacción del cliente. El cumplimiento de estos criterios

se asocia cada vez más con el problema del proceso de adquisición. La selección del proceso de adquisición adecuado puede facilitar el éxito de la obra (Naoum y Egbu 2015). Todas las estrategias tienen objetivos comunes o parecidos, que son estimar o estipular los costes, los plazos, la seguridad, la calidad, los contratos, y otros como la satisfacción del promotor (Chen et al. 2010). Pero para que funcionen y el promotor confíe en ellas, deben tener instaurados factores de cooperación, cultura organizativa, coordinación, confianza, y flexibilidad para encontrar soluciones a posibles conflictos y compartir los riesgos (Wong et al. 2005). Cada miembro del equipo puede perseguir objetivos diferentes o incluso contradictorios en una obra. Por ejemplo, el constructor puede considerar la rapidez de construcción y la rentabilidad como las medidas más importantes del éxito, mientras que el promotor puede hacer hincapié en la terminación o la calidad de la construcción dentro del presupuesto. Estos puntos de vista conflictivos pueden influir negativamente, en los resultados finales de las obras, si las expectativas no se comunican (Esmaeili et al. 2014).

En los apartados que siguen se describen los principales enfoques, encontrados en la literatura, de este conjunto de estrategias, y las investigaciones que han explorado la relación entre este conjunto de estrategias y los resultados obtenidos en las obras. Gran parte de las publicaciones se localizaron en Estados Unidos debido a que en este país se llevan a cabo estrategias de contratación alternativas al sistema tradicional diseño-licitación-construcción, junto con una mayor variedad de posibilidades en las estrategias de licitación y disposiciones de pago; además, en los últimos años existe una tendencia a nuevos enfoques de contratación, lo que ha llevado al aumento del interés por su estudio.

### **2.2.1 Estrategias de contratación**

En cuanto a las estrategias de contratación (*Project Delivery System*), se analizan los enfoques para las estrategias: tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*), dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*), proyecto-obra (*Design-Build, DB*) y proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*). Cabe destacar que a veces los límites entre estas estrategias pueden ser ambiguos y no estar claramente definidos (Leicht et al. 2015).

La estrategia de contratación tradicional sigue siendo el método más utilizado en todo el mundo. En la cultura anglosajona se denomina comúnmente diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*) debido a las tres grandes etapas que comprende (Ibbs et al. 2003; Miller et al. 2000). El promotor contrata el diseño a un arquitecto o ingeniero. Cuando el proyecto se completa en detalle y es aprobado, el promotor solicita ofertas para la construcción. Por último, el contrato se adjudica a una empresa de construcción que construye la obra, tal como se indica en los documentos del

proyecto (Konchar y Sanvido 1998). En este enfoque, el constructor no tiene entrada en la fase de diseño (Ojo et al. 2011). En esta estrategia la fase de diseño lleva más tiempo que en cualquier otra estrategia de contratación, pero permite que el promotor interactúe con el proyectista, le traslade los detalles del diseño y se realicen los cambios necesarios para evitar sobrecostos durante la fase de construcción (Molenaar et al. 2009). Sin embargo, los errores y omisiones en el proyecto pueden llevar a realizar cambios durante la construcción, con un aumento del coste previsto para el promotor, porque el constructor no se hace responsable de estos fallos (Ojo et al. 2011).

Este tipo de estrategia de contratación es ampliamente criticado por numerosos autores porque consideran que no optimiza el ciclo de vida en su conjunto, produciendo costes adicionales en las fases de construcción y explotación (Alarcón y Pellicer 2009; Ballard y Howell 2003; Champagne 1997; Chan et al. 2003, 2011; Gransberg et al. 2006; Koskela 1992; Latham 1994; Matthews y Howell 2005; Molenaar y Gransberg 2001; Sakal 2005; Shumway et al. 2004a; b; Walker et al. 2000). En términos generales, los problemas que surgen con esta estrategia se consideran en relación con: (1) la separación del diseño y la construcción; (2) la falta de integración; (3) la falta de una comunicación efectiva; (4) la incertidumbre; (5) los cambios en el entorno, (6) los cambios en las prioridades y expectativas de los clientes, y (7) el aumento de la complejidad de las obras (Naoum y Egbu 2015). Además, los problemas en relación con la colaboración en equipo (Lampman y Dimeo 1989), la integración del equipo (Nam y Tatum 1992), o la confianza del equipo (Baker 1990) fueron mencionados como claves para un cambio de paradigma en el sector de la construcción.

Durante el último cuarto del siglo pasado, la fabricación integrada (Putnam 1985) o la ingeniería concurrente (Winner et al. 1988) surgen como nuevos conceptos en la industria manufacturera. Estas ideas, junto con los problemas que surgen con la estrategia tradicional, y los cambios económicos (por ejemplo, la inflación y la recesión), condujeron a la industria a ofrecer métodos alternativos de contratación y a adoptar un nuevo enfoque en la estrategia de contratación, como la dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*) (Barrie y Paulson 1978), por ejemplo, o la recuperación de la estrategia proyecto-obra (*Design-Build, DB*) (Nam y Tatum 1992).

La dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*) es el primer nivel de un enfoque integrado de equipo de obra; el equipo está formado por el promotor, el proyectista y el gerente de construcción (Shane y Gransberg 2010). El contrato entre el promotor y el gerente de construcción (independientemente del contrato que establezca el promotor con el proyectista) tiene dos partes: (1) servicios

de preconstrucción y (2) construcción (Shane y Gransberg 2010). Tiene que haber un alto grado de colaboración entre el arquitecto y el gerente de la construcción ya que los promotores autorizan al gerente de la construcción su incorporación temprana en el diseño y a manejar muchos detalles, aunque el promotor es siempre el responsable de los detalles del diseño (Champagne 1997). Esta estrategia se comenzó a utilizar en los EE.UU en la década de los años 70 (Barrie y Paulson 1978; Konchar y Sanvido 1998) y ha estado creciendo hasta convertirse en una alternativa a la estrategia de contratación tradicional, siendo una contratación competitiva en proyectos industriales, comerciales, de edificación, y en grandes proyectos (Del Caño et al. 2008). Sin embargo, con este tipo de estrategia se han registrado muchos problemas entre el diseño y la construcción y disputas costosas que han terminado con litigios en los tribunales (Del Caño et al. 2008) lo que ha forzado a muchos promotores hacia una sola contratación del diseño y la construcción (Dell'Isola 1987).

El proyecto-obra (*Design-Build, DB*) permite que una sola entidad (por lo general el contratista principal), contratada por el promotor, asuma la responsabilidad del diseño y la construcción (Beard et al. 2001; Molenaar et al. 1999). El único contrato se firma en general sobre la base de un diseño básico y la construcción se inicia antes de que el diseño está completamente definido (Ojo et al. 2011). Al igual que en la dirección integrada de proyecto (CMR), el constructor tiene una entrada temprana en la fase de diseño. En esta fase el promotor propone los criterios de diseño definitivos que el constructor debe seguir, pero es el constructor, en esencia, el "dueño" de los detalles de diseño; a medida que el promotor ya no es propietario de los detalles de diseño, su relación con el constructor debe basarse en un alto grado de confianza mutua profesional. La estrategia de contratación proyecto-obra ha demostrado tener un gran éxito en los plazos de entrega de las obras (Molenaar et al. 2009), ya que se aprovecha al máximo el conocimiento práctico del contratista para que el diseño sea fácilmente construible (Del Caño et al. 2008). El proyecto-obra (DB) es un viejo enfoque de entrega utilizado en la antigüedad y el más utilizado hasta el final del siglo XIX, cuando los consultores (ingenieros y arquitectos) se convierten en un complemento necesario para proyectar (Beard et al. 2001; Songer y Molenaar 1996a). En los Estados Unidos, las regulaciones en el sector público restringieron el uso del proyecto-obra (DB) hasta 1997, cuando el gobierno federal modificó el Reglamento Federal de Adquisiciones (Beard et al. 2001). Durante los últimos 25 años se ha disparado su aplicación debido a cambios en la legislación e implementaciones exitosas (Becker et al. 2012; Kent y Becerik-Gerber 2010; Ndekugri y Turner 1994). Sin embargo, aunque este método evita la fragmentación del diseño y la construcción, no resulta efectivo en muchos casos, por desconfianza entre el promotor y el constructor. Algunos estudios encaminan a fomentar la innovación en la construcción y hacen hincapié en la necesidad de la integración y mejora de los servicios por la colaboración (Blayse y Manley 2004; Holmen et al. 2005; Rutten et al. 2009).

Un paso más adelante es la estrategia de contratación mediante proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*). El IPD se introdujo por primera vez en Australia como "*Project Alliancing*" (Davis y Love 2011). La comunidad de la construcción Lean (*Lean Construction*) también ha apoyado su difusión mundial (Ballard 2000; Ballard y Howell 2003; Koskela 1992). En 2007, obtuvo el apoyo del Instituto Americano de Arquitectos (AIA 2007), denominándolo "entrega de proyecto integrado" (IPD). Sin embargo, hay una interpretación amplia del concepto. Kent y Becerik-Gerber (2010) resumen los principios comunes que siempre se puede encontrar en cualquier contrato IPD: (1) acuerdos multipartes, (2) la colaboración temprana de todos los participantes; y (3) riesgos y beneficios compartidos. Ghassemi y Becerik-Gerber (2011) añadieron tres características adicionales: (4) la toma de decisiones en colaboración; (5) la exención de responsabilidad entre los participantes clave; y (6) el desarrollo conjunto de la planificación del proyecto. Los proyectos integrados (IPD) conforman una estrategia de contratación emergente que implica la colaboración de los participantes clave muy temprano en la línea de tiempo del proceso proyecto-construcción, a menudo antes de que se inicie el diseño. Se distingue por un acuerdo contractual entre varias partes, que por lo general, permite que riesgos y beneficios sean compartidos entre los agentes interesados en el proceso (ElAsmar 2012). Sin embargo, el uso de este enfoque es todavía escaso, tal vez debido a la incertidumbre respecto de sus riesgos, así como por la necesidad de un nuevo marco legal (Kent y Becerik-Gerber 2010). Este marco legal lo proporciona el contrato relacional (Macneil 1974, 1980). Según Macneil (1974, 1980), un contrato relacional se basa en una relación de confianza entre las partes; este autor propone diez normas contractuales, siendo la integridad, la reciprocidad, la flexibilidad y la solidaridad algunas de las más destacadas. Este tipo de contrato ya se ha aplicado con éxito en varios proyectos (Ghassemi y Becerik-Gerber 2011; Lichtig 2005, 2006).

Estudios previos realizados por los estudiosos del derecho, han sugerido que los contratos pueden ser clasificados en dos categorías principales: contratos tradicionales y relacionales (Campbell 1992; Goetz y Scott 1981; Harris 1983; Macaulay 1985; Macneil 1969, 1974, 1978, 1985). Los contratos de construcción tradicionales incluyen especificaciones detalladas que sirven como estándares de desempeño. Son contratos rígidos con los límites firmemente establecidos, por lo que cualquier cambio invita a conflictos y controversias. Los contratos tradicionales tienen por objeto abarcar el mayor número de contingencias posible a fin de reducir la posibilidad de reclamaciones y disputas (Cheung et al. 2006). Esta tipología de contratos se utiliza en las estrategias de contratación tradicional (DBB), dirección integrada de proyecto (CMR) y el proyecto-obra (DB).

Los contratos relacionales en la construcción se pueden enmarcar como acuerdos informales que implican un código no escrito de conducta que puede obligar a forzar el

comportamiento entre las partes contratantes a través de características como la confianza y la continuidad en la relación (Baker et al. 2002; Deakin et al. 1994; Eisenberg 1995). Además proporciona los medios para sostener a largo plazo, complejos contratos con un alto grado de flexibilidad (Cheung 2002; Gundlach y Achrol 1993; Joskow 1990; Leffler y Rucker 1991; Macneil 1978, 1980; Swierczek 1994). En este grupo se incluiría la estrategia de contratación de proyectos integrados (IPD).

Con la concienciación de la importancia del trabajo en equipo en la construcción, hay una clara tendencia al alza en la adopción de un enfoque de asociación para la ejecución de las obras. Para los procesos que buscan lograr una relación de asociación, que valoran las relaciones, la confianza, y la comunicación, los contratos relacionales parece ser la forma apropiada. La estrategia de contratación tradicional (DBB) y la selección de los equipos de trabajos basados en el precio más bajo son a menudo criticados por desalentar la colaboración entre los miembros del equipo (Latham 1994; Nam y Tatum 1992; Pocock et al. 1996).

En cuanto a la interacción del equipo, Weston y Gibson (1993) analizaron y compararon la asociación (*Partnering*) frente a proyectos de no asociación y concluyeron que la asociación tiene un efecto significativo sobre el resultado de la obra; los autores consideraron la asociación como un acuerdo entre el promotor y el constructor para trabajar juntos por un período de tiempo, a través de una serie de obras sucesivas. Albanese (1994), por su parte, se centró en la aplicación del proceso de formación de equipos en obras de construcción. Según este autor, un proceso de formación de equipo reúne a las partes interesadas clave en los resultados de las obras. Esta contribución (Albanese 1994) llegó a la conclusión de que el proceso de formación de equipos no garantiza mejores resultados a menos que haya un facilitador dentro de los involucrados.

Algunos autores (Kumaraswamy et al. 2005b; Rahman y Kumaraswamy 2008) indicaron que la cooperación de trabajo en equipo se mejora al pasar de la contratación tradicional a la relación contractual; la principal barrera para la colaboración en equipo es principalmente la falta de confianza. Según estos autores, hay cuatro factores que fomentan el trabajo en equipo: las competencias del promotor, las relaciones previas, una cultura organizativa compatible, y una mejor selección de los socios del equipo. Por otra parte, Lam et al. (2008) encontraron que la naturaleza de las obras, la acción eficaz de la gestión y la adopción de enfoques de gestión innovadores son los factores críticos de éxito. Sin embargo, en un estudio más reciente, Kent y Becerick-Gerber (2010) destacaron que todavía existen barreras culturales, de procedimiento y de organización para el uso generalizado de los principios contractuales de los contratos relacionales en la construcción.

### 2.2.2 Estrategias de licitación

En cuanto a las estrategias de licitación (*Procurement Procedure*), se analiza principalmente el enfoque de los criterios que puede adoptar el promotor para la adjudicación del contrato: adjudicación por subasta (*Low Bid*), adjudicación por concurso (*Best Value*), adjudicación basada en cualificaciones (*Qualifications Based*) y el candidato único (*Sole Source*).

Cuando el promotor selecciona al contratista considerando solo el precio, entonces el procedimiento se llama adjudicación por subasta (El Wardani et al. 2006). Se emplea generalmente en la estrategia de contratación tradicional (DBB) o en el proyecto-obra (DB), cuando el promotor ofrece un diseño suficientemente detallado (Molenaar y Gransberg 2001). La adjudicación por subasta (*Low Bid*) adjudica el contrato al postor con el precio más bajo. La adjudicación por subasta tiene una larga historia en el sector público y también es utilizada por algunos promotores privados. Este tipo de procedimiento no es una buena elección con métodos alternativos de estrategia de contratación (Molenaar et al. 2009).

Cuando en la adjudicación del contrato se consideran otros factores, además del precio, es necesaria una solicitud de propuestas (*Request For Proposals, RFP*) (Molenaar y Johnson 2003). Este enfoque se llama mejor valor (*Best Value*) (Molenaar y Johnson 2003); en general, se utiliza un criterio de ponderación para hacer la selección (El Wardani et al. 2006). Este procedimiento se puede realizar utilizando una única etapa (*1-Stage RFP*) o dos etapas (*2-Stage RFP*). En el procedimiento de dos etapas, las empresas presentan en la primera etapa las calificaciones (o solicitud de calificación, también llamado de precalificación), y las propuestas que se elijan para la segunda etapa (lista corta, *Short List*) se puede seleccionar por el mejor valor o por precio único (López Del Puerto et al. 2008; Molenaar y Gransberg 2001). En general, el precio, la propuesta técnica, el diseño conceptual (en su caso), la experiencia en proyectos similares, y la entrevista, son los factores que generalmente se consideran en la adjudicación por concurso, en base al mejor valor (López Del Puerto et al. 2008; Molenaar y Johnson 2003). Por ejemplo, los investigadores muestran que con la adjudicación por concurso, en base al mejor valor, a menudo se consiguen resultados que cumplen con las expectativas del promotor (El Wardani et al. 2006). Las obras entregadas que consideran en la adjudicación del contrato otros factores, además del precio, suelen ajustarse al presupuesto original y a los plazos establecidos (Molenaar y Johnson 2003). La adjudicación por concurso es útil en aquellas obras con objetivos o retos que pueden ser difíciles de satisfacer mediante la contratación tradicional con adjudicación por subasta (MnDOT 2013). En comparación con la adjudicación por subasta, la adjudicación al mejor valor ofrece varias ventajas, incluyendo las

oportunidades para mejorar la calidad del proceso, promover la innovación y mejorar los resultados en la obra (Kolli y Tran 2015).

En cuanto a la adjudicación basada en cualificaciones (*Qualifications-Based*), el promotor hace una solicitud de calificación de un número reducido de empresas (lista corta), y, a menudo negocia directamente con el equipo mejor cualificado para lograr un precio razonable (Beard et al. 2001). Cuando la solicitud y la negociación se hace con una sola empresa, la adjudicación se denomina candidato único (*Sole Source*) (El Wardani et al. 2006). Los promotores utilizan esta opción cuando el alcance está poco definido y, o bien solo hay una empresa reconocida capaz de llevarlo a cabo (promotor público) o el promotor tiene una empresa específica en la que confía, en base a la experiencia previa (promotor privado) (Molenaar et al. 2009).

### **2.2.3 Estrategias de pago**

En las disposiciones de pago (*Contract Payment Provision*), se analiza el enfoque de: precio cerrado o tanto alzado (*Lump Sum*), precios unitarios (*Unit Prices*), precio máximo garantizado (*Guaranteed Maximum Price*) y costes más honorarios (*Cost Plus*). En general, la elección de las disposiciones de pago del contrato depende del tipo de obra que se construirá y las condiciones establecidas en el contrato.

Las disposiciones a tanto alzado o precio cerrado (*Lump Sum*) se utilizan para obras en las que el diseño está lo suficientemente detallado y las cantidades de los materiales se pueden calcular con precisión a partir de los planos y especificaciones del proyecto; de este modo el constructor puede presentar un precio para toda la obra (Knutson et al. 2009). Ante posibles cambios durante la construcción, este tipo de disposición supone más riesgos y responsabilidades para el constructor (Florice y Miller 2003).

Las disposiciones de precios unitarios (*Unit Prices*) se utilizan, generalmente para proyectos de ingeniería civil (principalmente carreteras y ferrocarriles) en que, aunque el diseño es lo suficientemente detallado, no es posible determinar la medida exacta de algunos trabajos, principalmente los relacionados con los movimientos de tierra (Knutson et al. 2009). El constructor presenta un precio para cada unidad de trabajo del contrato, y este precio se multiplica por las cantidades reales registradas en la obra durante la construcción (Gransberg y Riemer 2009; PMI 2013).

Según Carty (1995) y Boukendour y Bah (2001), en un precio máximo garantizado (*Guaranteed Maximum Price*) el constructor garantiza que la obra se completará según el diseño con un coste para el promotor que no superará una cantidad acordada. Si el coste real final (más el beneficio acordado del constructor) es menor que el precio máximo garantizado, el promotor y el constructor se benefician de los ahorros,

mientras que si supera el precio máximo garantizado sin ningún cambio en el alcance definido, el constructor asume el coste adicional en solitario (Bogus et al. 2010). Cuando esta cláusula no está incluida en el contrato, entonces el enfoque se denomina contratación coste-objetivo (Perry y Thompson 1982). En general, esta disposición se utiliza en la estrategia de contratación de dirección integrada de proyecto (CMR); el pago se realiza mediante los costes más una tasa fija, con un precio máximo garantizado, entre el promotor y el gerente de la construcción. Este precio máximo garantizado, se establece cuando el diseño está lo suficientemente avanzado, de modo que si no se cumple, se le compensará al promotor según el acuerdo firmado en el contrato (Chan et al. 2011; Hinze 2010).

La disposición de costes más honorarios (*Cost Plus*) se aplica cuando las circunstancias hacen que sea difícil predecir el coste a priori (Bogus et al. 2010). Las dos formas tradicionales son el coste más unos honorarios fijos o el coste más unos honorarios variables que se establecen como un porcentaje del coste. Los promotores prefieren la primera porque la ganancia del contratista no puede aumentar, mientras que la segunda desalienta al constructor para reducir los costes (Rebeiz 2012).

#### **2.2.4 Factores de éxito**

Existe un gran interés en la industria de la construcción en saber qué estrategia de contratación, procedimiento de adjudicación y disposiciones de pago permiten obtener resultados de menores costes, inferior duración de las obras y mejor calidad. Este conocimiento ayuda a tomar decisiones más adecuadas en las primeras etapas del proceso proyecto-construcción de acuerdo con los objetivos y prioridades. Un gran número de investigadores han explorado la relación entre la estrategia de contratación, la licitación y formas de pago, y los resultados obtenidos en las obras, utilizando una amplia gama de herramientas de investigación. La literatura también es rica en la exploración e identificación de las variables que pueden influir en el éxito y en las variables que definen el éxito en el proceso de diseño y construcción de una obra. Estas variables se conocen también como factores de éxito. Las definiciones de estas variables variarán según el escenario que se esté analizando y las perspectivas de las partes interesadas. En respuesta a estas prioridades divergentes, la mayor parte de la literatura identifica los factores de éxito para los objetivos compartidos entre los diferentes miembros del equipo; estos factores generalmente incluyen el coste, el plazo y la calidad.

Para profundizar en el estado del arte de las distintas estrategias de contratación, la licitación y formas de pago, así como su relación con los resultados obtenidos en las obras y el conocimiento de las variables que pueden influir en el éxito del proceso proyecto-construcción, se revisaron un gran número de trabajos de investigación. Para

la búsqueda se utilizó la base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas Scopus editada por Elsevier. La revisión de la literatura identificó 101 estudios relevantes, publicados mayoritariamente en revistas, en los últimos 30 años. Los resultados de la búsqueda se incluyen en la Tabla 1, donde las referencias se categorizan por las estrategias de contratación estudiadas, el país donde se realizó la investigación, el tamaño de la muestra estudiada, el número de variables que pueden afectar al éxito (variables independientes), el número de variables que definen el éxito (variables dependientes) y, por último, las técnicas utilizadas para la recogida de los datos y para el análisis de los mismos.

Tabla 1: Revisión de la literatura

Estudios previos	Estrategia de contratación	País	Tamaño muestra	Variables independientes	Variables dependientes	Técnica de recolección	Técnica de análisis
Ashley et al. (1987)	NA	EE. UU.	16	11	1	Literatura	Análisis de Correlación
Maloney (1990)	NA	EE. UU.	NA	3	1	NA	Modelo Teórico
Norris (1990)	NA	EE. UU.	NA	3	1	NA	Modelo Teórico
Wuellner (1990)	NA	EE. UU.	1	7	1	Literatura	Caso de Prueba
Jaselskis y Ashley (1991)	NA	EE. UU.	75	31	3	Encuesta	Función Logística
Nam y Tatum (1992)	Todas	Mundial	NA	NA	NA	Literatura	Discusión
Sanvido et al. (1992)	NA	EE. UU.	16	41	7	Entrevistas	Estadística Básica
Freeman y Beale (1992)	CMR	EE. UU.	1	4	1	Literatura	Discusión
Riggs et al. (1992)	NA	EE. UU.	4	7	1	Delphi	Análisis de regresión
Taylor (1992)	NA	R.U.	1	4	1	Entrevista	Estudio de casos
Parfitt y Sanvido (1993)	NA	EE. UU.	16	4	1	Entrevistas	Comparación parejas
Weston y Gibson (1993)	NA	EE. UU.	44	5	1	Encuesta	Estadística Básica
Albanese (1994)	NA	EE. UU.	201	25	1	Encuesta	Estadística Básica
Bushait y Almohawis (1994)	NA	NA	NA	11	1	Literatura	Checklist
Naoum (1994)	Todas	R.U.	69	19	10	Encuesta	Estadística Básica
Ndekugri y Turner (1994)	DB	R.U.	74	11	1	Encuesta	Estadística Básica
Larson (1995)	Todas	EE. UU.	280	7	1	Encuesta	ANOVA
Kumaraswamy y Thorpe (1996)	NA	Sri Lanka	211	NA	8	NA	Decisión Multicriterio
Songer y Molenaar (1996b)	DB	EE. UU.	137	8	6	Encuesta	ANOVA
Pocock et al. (1996)	Todas	EE. UU.	25	6	3	Encuesta	AHP
Shenhar et al. (1997)	Todas	NA	127	13	3	Encuesta	ANOVA
Songer y Molenaar (1997)	DB	EE. UU.	88	15	6	Encuesta	AHP
Russell et al. (1997)	Todas	EE. UU.	54	4	6	Encuesta	Estadística Básica
Molenaar y Songer (1998)	DB	EE. UU.	122	26	5	Encuesta	Análisis de Regresión
Konchar y Sanvido (1998)	Todas	EE. UU.	351	100	3	Encuesta	Análisis de Regresión
Liu y Walker (1998)	NA	H.K.	NA	NA	1	Literatura	Modelo Teórico
Chua et al. (1999)	NA	Singapur	20	67	3	Panel expertos	AHP
Atkinson (1999)	NA	Mundial	NA	24	1	Literatura	Modelo Teórico
Lim y Mohamed (1999)	NA	Mundial	NA	7	5	Literatura	Modelo Teórico
Molenaar et al. (1999)	DB	EE.UU.	104	3	5	Encuesta	Estadística Básica
Gransberg et al. (1999)	Todas	EE.UU.	408	13	1	Encuesta	Estadística Básica
Brown y Adams (2000)	NA	R.U.	15	3	1	Entrevistas	Estudio de Casos
Cheung et al. (2000)	NA	R.U.	48	3	1	Entrevistas	Análisis Discriminante
Molenaar et al. (2000)	NA	EE.UU.	159	7	1	Encuesta	Ecuaciones
Molenaar y Songer (2001)	DB	EE.UU.	122	44	5	Encuesta	Análisis de Regresión
Chan et al. (2001)	DB	H.K.	53	31	4	Encuesta	Análisis Factorial
Chan et al. (2002)	DB	Mundial	NA	NA	10	Literatura	Modelo Teórico
Cooke-Davies (2002)	NA	Europa	136	12	1	Encuesta	Estadística Básica

Capítulo 2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

Estudios previos	Estrategia de contratación	País	Tamaño muestra	Variables independientes	Variables dependientes	Técnica de recolección	Técnica de análisis
Gransberg y Buitrago (2002)	Todas	EE.UU.	160	2	2	Encuesta	Análisis de Correlación
Cox et al. (2003)	Todas	EE. UU.	166	14	1	Encuesta	Estadística Básica
Ibbs et al. (2003)	DBB+DB	Mundial	67	3	3	Encuesta	Estadística Básica
Molenaar y Johnson (2003)	DB	EE. UU.	NA	NA	1	Literatura	Discusión
Chan y Chan (2004)	Todas	Mundial	3	11	9	Literatura	Modelo Teórico
Ling (2004)	DB	Singapur	42	60	11	Encuesta	ANOVA
Ling et al. (2004)	DBB+DB	Singapur	87	59	5	Encuesta	Análisis Multivariante
Chan et al. (2004)	IPD	H.K.	78	10	1	Encuesta	Análisis Factorial
Rahman y Kumaraswamy (2004)	Todas	Mundial	92	28	1	Encuesta	Estadística Básica
Korde et al. (2005)	Todas	Mundial	NA	39	7	Literatura	Discusión
Rahman y Kumaraswamy (2005)	Todas	H.K.	91	47	5	Encuesta	Análisis Factorial
Kumaraswamy et al. (2005b)	Todas	Singapur	60	52	2	Encuesta	ANOVA
Kumaraswamy et al. (2005a)	Todas	Singapur	60	59	2	Encuesta	ANOVA
Menches y Hanna (2006)	NA	EE.UU.	55	6	1	Entrevistas	Análisis de Correlación
Oyetunji y Anderson (2006)	NA	EE.UU.	32	20	1	Entrevistas	Decisión multicriterio
El Wardani et al. (2006)	DB	EE.UU.	76	7	1	Encuesta	Test de la Mediana
Baiden et al. (2006)	Todas	RU	9	10	1	Entrevistas	Análisis Cualitativo
Del Puerto et al. (2008)	DB	EE.UU.	221	9	5	Encuesta	Estadística Básica
Ling et al. (2008)	NA	Singapur	33	78	5	Encuesta	Análisis de Regresión
Rahman y Kumaraswamy (2008)	Todas	H.K.	83	111	2	Encuesta	ANOVA
Rahman et al. (2008)	Todas	Singapur	96	111	2	Encuesta	ANOVA
Lam et al. (2008)	DB	H.K.	92	42	4	Encuesta	ACP
Hale et al. (2009)	DBB+DB	EE.UU.	77	10	1	Encuesta	ANOVA
Touran et al. (2009)	Todas	EE.UU.	1	24	1	Entrevistas	Estudio de Casos
Korkmarz et al. (2010)	Todas	EE.UU.	40	7	5	Encuesta	ANOVA
Kent y Becerick-Gerber (2010)	IPD	EE.UU.	415	9	1	Encuesta	Estadística Básica
Chen et al. (2010)	Todas	China	92	28	14	Encuesta	Análisis Envoltante
Minchin et al. (2010)	Todas	EE. UU.	130	28	1	Encuesta	Estadística Básica
Aminmansour y Moon (2010)	NA	EE.UU.	NA	NA	NA	Literatura	Discusión
Owen et al. (2010)	IPD	Mundial	NA	NA	NA	Literatura	Discusión
Yu et al. (2010)	DB	H.K.	4	NA	NA	Entrevistas	Estudio de Casos
Migliaccio et al. (2010)	DB	EE.UU.	146	3	1	Varias fuentes	Análisis de Regresión
Elvin (2010)	NA	EE.UU.	20	6	1	Literatura	Discusión
Moon et al. (2011)	DBB+DB	Corea	100	19	4	Encuesta	Análisis Factorial
Korkmarz et al. (2011)	Todas	EE.UU.	209	14	5	Encuesta	Estudio de Casos
Swarup et al. (2011)	Todas	EE.UU.	12	27	5	Entrevistas	Estudio de Casos
Ghassemi y Becerick-Gerber (2011)	Todas	EE.UU.	9	NA	NA	Entrevistas	Estudio de Casos
Chan et al. (2011)	Todas	H.K.	45	17	1	Encuesta	ANOVA
Davis y Love (2011)	DB	Australia	49	3	1	Entrevistas	Modelo Teórico
Cha y Kim (2011)	DBB+DB	Corea	22	18	6	Encuesta	Estadística Básica
Hwang et al. (2011)	DBB+DB	Mundial	341	4	1	Encuesta	Estadística Básica
Molenaar y Navarro (2011)	DB	EE. UU.	4	13	3	Estudio de casos	Discusión
Ojo et al. (2011)	DB	Nigeria	51	4	1	Encuesta	Estadística Básica
Odhigu et al. (2012)	Todas	Malasia	58	32	1	Encuesta	Estadística Básica
Xia et al. (2012)	DB	Mundial	NA	NA	NA	Literatura	Modelo Teórico
Shrestha et al. (2012)	DBB+DB	EE.UU.	130	21	7	Encuesta	ANOVA
Becker et al. (2012)	DB+IPD	Mundial	NA	NA	NA	Literatura	Discusión
Chao y Hsiao (2012)	Todas	Taiwan	96	48	3	Encuesta	Análisis de Regresión
Xia y Chan (2012)	DB	China	20	7	1	Delphi	Estadística Básica
Dada (2012)	Todas	Nigeria	94	21	1	Encuesta	Análisis de Regresión
Lahdenpera (2012)	Todas	Mundial	NA	21	1	Literatura	Modelo Teórico
Rahman y Kumaraswamy (2012)	Todas	H.K.	224	111	2	Encuesta	ANOVA
Menches y Chen (2012)	IPD	EE.UU.	7	11	1	Entrevistas	Estudio de Casos
Mollaoglu-Korkmaz et al. (2013)	Todas	EE.UU.	12	11	4	Entrevistas	Estudio de Casos

Estudios previos	Estrategia de contratación	País	Tamaño muestra	Variables independientes	Variables dependientes	Técnica de recolección	Técnica de análisis
Minchin et al. (2013)	DBB+DB	EE. UU.	60	NA	2	Base de datos	Análisis Estadístico
Bogus et al. (2013)	DB	EE.UU.	146	1	2	Encuesta	Análisis de Correlación
Nikou Goftar et al. (2014)	DBB+DB	EE.UU.	NA	NA	3	Literatura	Búsqueda de patrones
Shrestha et al. (2014)	DB+CMR	EE.UU.	455	7	1	Encuesta	Estadística Básica
Shehu et al. (2015)	Todas	Malasia	150	6	1	Encuesta	Estadística Básica
Bilbo et al. (2015)	CMR+IPD	EE.UU.	2	1	3	Entrevistas	Estudio de Casos
Chen et al. (2015)	DB	EE.UU.	418	5	2	Base de datos	ANOVA
Liu et al. (2015)	DBB+DB	China	76	14	1	Encuesta	Reducción de factores
Park et al. (2015)	DBB+DB	Corea	27	18	3	Base de datos	Estadística Básica

Todas = DBB+CMR+DB; R.U.= Reino Unido; H.K. = Hong Kong; ACP= Análisis de componentes principales  
AHP: Proceso analítico jerárquico

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, se resumen 16 de las 101 aportaciones más relevantes, que facilitaron la decisión de las variables de éxito a tener en cuenta en la investigación. En esta tabla, las referencias se categorizan por las estrategias de contratación, el país donde se realizó la investigación, el tamaño de la muestra estudiada, y el tipo de variables (cuantitativas y cualitativas) que se utilizaron para medir el éxito. Todos los estudios utilizan algún tipo de medida cuantitativa, generalmente medidas de costes y plazos. Menor uso se realiza de las medidas cualitativas, generalmente estas son medidas de la calidad y/o de la satisfacción de los usuarios. A continuación se detalla cada una de estas investigaciones.

Tabla 2: Resumen de la literatura

Estudios previos	Estrategias de contratación	País	Tamaño de la muestra	Medida cuantitativa de éxito	Medida cualitativa de éxito
Pokock et al. (1996)	DB+CMR+DBB	EE. UU	25	3	0
Songer y Molenaar (1997)	DB	EE. UU	88	2	4
Molenaar y Songer (1998)	DB	EE. UU	122	2	3
Konchar y Sanvido (1998)	DB+CMR+DBB	EE. UU	351	2	1
Chan et al. (2001)	DB	Hong Kong	53	2	2
Gransberg y Buitrago (2002)	DB+CMR+DBB	EE. UU	1600	2	0
Ibbs et al. (2003)	DBB+DB	Mundial	67	3	0
Ling et al. (2004)	DBB+DB	Singapur	87	2	3
Korde et al. (2005)	Todas	Mundial	NA	5	2
Lam et al. (2008)	DB	Hong Kong	92	2	2
Korkmaz et al. (2010)	DB+CMR+DBB	EE. UU	40	3	2
Swarup et al. (2011)	DB+CMR+DBB	EE. UU	12	2	3
Cha y Kim (2011)	DBB+DB	Corea	22	4	2
Moon et al. (2011)	DBB+DB	Corea	100	2	2
Mollaoglu-Korkmaz et al. (2013)	DB+CMR+DBB	EE. UU	12	2	2
Park et al. (2015)	DBB+DB	Corea	27	2	1

Fuente: Elaboración propia

Pocock et al. (1996) presentaron un método para medir directamente el grado de integración entre los miembros del equipo, en base a una incorporación temprana en el proceso en un entorno abierto y de confianza, y verificar la relación entre el grado de integración y los indicadores de resultado, como el incremento de costes, el incremento de plazos y el número de modificaciones del contrato. Se analizaron 25 obras en las que se utilizaron diferentes estrategias de contratación con enfoques tradicionales y alternativos. Se utilizaron técnicas estadísticas para analizar los datos y validar el método. Las obras con bajo grado de integración presentaron un mayor crecimiento de costes y plazos y número de modificaciones. Las obras con alto grado de integración tenían menor crecimiento previsto en costes y plazos, y un menor número de modificaciones.

Songer y Molenaar (1997) analizaron las características apropiadas y los criterios de éxito de las obras del sector público en las que se llevó a cabo la estrategia de contratación proyecto-obra (DB). Se realizó una encuesta utilizando una escala Likert de 6 puntos y las respuestas se recogieron de 88 organismos del sector público en Estados Unidos. Las entrevistas estructuradas se realizaron utilizando una comparación por pares ponderada del proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*, AHP); de este proceso solo se utilizó la ponderación de las prioridades. De las 15 características encontradas, cinco resultaron ser críticas: el alcance bien definido, la comprensión del alcance, la sofisticación de la construcción del promotor, una adecuada dotación de personal del promotor, y el presupuesto establecido. Es importante tener en cuenta que el alcance bien definido significa que el promotor tiene una comprensión precisa del alcance de las obras antes de presentarlo al equipo que va a proyectar y construir las obras. La comprensión del alcance significa que el promotor y el constructor que va a proyectar y construir la obra comparten una comprensión clara de los resultados técnicos y funcionales que debe tener la obra finalizada. La sofisticación de la construcción del promotor implica que el promotor tiene la capacidad de definir con precisión el alcance de las obras, ya sea con personal propio o con un consultor contratado. La adecuada dotación de personal del promotor significa que el promotor cuenta con personal técnico adecuado y especializado que se puede dedicar al tipo de obra que se va a construir. El presupuesto establecido conlleva que las obras tienen fijados unos costes antes de presentarlo al equipo que va a proyectar y construir las obras. Los resultados mostraron que no sobrepasar el presupuesto, atenerse a las expectativas de los usuarios, y mantenerse en los plazos previstos eran los criterios más importantes para los promotores del sector público para valorar el éxito en obras que llevan a cabo la estrategia proyecto-obra (DB).

Molenaar y Songer (1998) analizaron 122 casos para desarrollar una herramienta automatizada que ofreciera un sistema de selección de los tipos de obras del sector público que mejor se adaptan a la estrategia proyecto-obra (DB) en Estados Unidos. El

objetivo era desarrollar modelos de predicción para los cinco criterios de éxito que se correlacionan con las características específicas de las obras. Las cinco medidas de éxito consideradas fueron: (1) variación del presupuesto; (2) variación de los plazos; (3) la conformidad con las expectativas; (4) la carga administrativa; y (5) la satisfacción del usuario en general. El método de recogida de datos utilizado para este estudio fue un cuestionario. La intención del cuestionario era encontrar asociaciones y correlaciones entre las variables y los resultados de las obras. Los autores llevaron a cabo una ecuación predictiva de regresión lineal construida con 122 estudios de casos retrospectivos. Se desarrollaron cinco modelos predictivos para evaluar el éxito potencial en el uso de la estrategia proyecto-obra (DB). Estos modelos podrían ayudar a los promotores a entender qué tipo de obras tienen mayor probabilidad de éxito.

Konchar y Sanvido (1998) compararon empíricamente los resultados de costes, plazos y calidad de las tres principales estrategias de contratación (DBB, DB y CMR) utilizadas en los Estados Unidos, mediante la recopilación de los datos de 351 obras. Para medir los resultados de costes y plazos se utilizaron métricas de coste, (coste unitario, incremento de coste total e intensidad) y métricas de plazos (velocidad de la construcción, velocidad total y el incremento de plazos total). Los resultados de calidad se midieron por los promotores en siete áreas específicas agrupadas en tres grupos (calidad de la puesta en servicio, calidad de las instalaciones y la satisfacción general). Los promotores calificaron los resultados de calidad reales frente a los resultados esperados. Se desarrollaron modelos de regresión lineal multivariante para predecir el rendimiento medio de las obras, utilizando más de 100 variables explicativas. Esta investigación, puso de manifiesto que mediante la estrategia proyecto-obra (DB) se lograron significativamente mejores ventajas de costes y plazos, y que mediante esta estrategia (DB) se obtenían los mismos resultados de calidad, y a veces incluso mejor, que en las estrategias de dirección integrada de proyectos (CMR) y diseño-licitación-construcción (DBB).

Chan et al. (2001) identificaron un conjunto de factores de éxito y determinaron la influencia de estos factores en los resultados de obras que llevaron a cabo la estrategia de contratación de proyecto-obra (DB). Se elaboró un cuestionario utilizando una escala Likert de 5 y 7 puntos y las respuestas se recogieron de 53 obras construidas en Hong Kong. Se realizó un análisis de componentes principales, para reducir las 31 variables de éxito identificadas. Seis factores fueron extraídos: el compromiso del equipo, las competencias del constructor, evaluación de riesgos y responsabilidades, las competencias del promotor, las necesidades de los usuarios finales y las restricciones impuestas por los usuarios finales, que en conjunto representaron el 78% de la varianza. Tres de los factores se identificaron como claves a partir de los resultados de una regresión múltiple que se llevó a cabo. En concreto, el compromiso del equipo, las competencias del promotor y las competencias del constructor

resultaron como los factores más importantes para lograr el éxito en obras del sector público que llevaron a cabo la estrategia proyecto-obra (DB). Esta investigación ofrece un mayor conocimiento de los principales factores en cuanto a las relaciones de los miembros del equipo que pueden afectar el éxito de las obras y proporcionar a los promotores, constructores y proyectistas una comprensión de cómo lograr resultados sobresalientes en el diseño y la construcción de sus obras.

Gransberg y Buitrago (2002) evaluaron estadísticamente el valor de tres tipos de métricas de resultado: (1) relativas, (2) estáticas, y (3) dinámicas para medir los resultados de 1.600 obras del sector público en los Estados Unidos. Las métricas relativas se expresan en porcentaje y son independientes del tamaño de la obra. Las métricas estáticas son medidas numéricas discretas que no cambian con el tiempo pero dependen del tamaño de las obras. Por último, las métricas dinámicas son aquellas que varían con el tiempo y también dependen del tamaño de la obra, las métricas dinámicas son generalmente una función del coste y del tiempo. Todas estas métricas se representaron frente a los costes y la duración de las obras para cada uno de los casos estudiados, con el fin de obtener el coeficiente de correlación para cada una de ellas. Para sorpresa de los autores, la mayoría de las métricas no se correlacionaron con el coste o la duración de las obras, razón que atribuyeron a que tal vez la complejidad técnica de las obras no se había medido para los casos examinados. Los autores también indicaron que la experiencia de las personas que llevan a cabo las obras, probablemente también era un factor que podría tener una correlación estadística fuerte con el éxito de las obras.

Ibbs et al. (2003) realizaron un análisis exhaustivo de 67 obras en las que se llevaron a cabo la estrategia diseño-licitación-construcción (DBB) y la estrategia de proyecto-obra (DB). Aunque la mayoría de las obras se habían llevado a cabo en los Estados Unidos, también una parte importante de la muestra procedía de Canadá, Oriente Medio e Hispanoamérica. Los datos utilizados para el análisis se recogieron a través de una encuesta. Se analizaron los efectos sobre la productividad de estas obras en función del cambio en los plazos y el cambio en los costes, utilizando un análisis de regresión lineal univariante para cada una de las estrategias de contratación consideradas. En contraste con los resultados de otros estudios, el estudio encontró que el ahorro de tiempo fue una ventaja definitiva en la estrategia de contratación proyecto-obra (DB), pero los beneficios en ahorro de costes y la productividad eran discutibles para esta estrategia en comparación con la estrategia tradicional (DBB). En base a los resultados del estudio, los autores concluyeron que la experiencia en la gestión del proceso y la experiencia del constructor pueden tener un mayor impacto en los resultados de las obras que únicamente la estrategia de contratación elegida y que ambas estrategias de contratación pueden funcionar bien debido a que los resultados dependen de la

pericia y la experiencia de quienes participan en el diseño y la construcción de las obras.

En otro estudio, Ling et al. (2004) recogieron datos empíricos de 87 obras que llevaron a cabo tanto la estrategia tradicional (DBB) como la estrategia de proyecto obra (DB), para encontrar las variables explicativas que afectan significativamente al resultado de las obras; de este modo se propusieron modelos para predecir el resultado de las obras. La muestra se componía de edificios de viviendas tanto de promoción pública como privada, construidos en Singapur. Se identificaron 59 posibles variables explicativas que afectan al resultado de las obras. Estas variables que influyen en el éxito de la obra se clasificaron en tres grupos, según los atributos estuvieran relacionados con las características de las obras, las características de los promotores y consultores, y las características de los constructores. Se utilizó un análisis de regresión multivariante para desarrollar 11 modelos que determinaran la relación estadística entre algunas variables de resultado de las obras con la estrategia DBB (por ejemplo coste unitario, incremento de los costes, etc) y las variables explicativas (por ejemplo superficie construida, tipo de promotor, y la adecuación de la plantilla y el equipo del constructor). Otros 11 modelos fueron desarrollados para predecir el resultado de las obras con la estrategia proyecto-obra (DB), estos modelos fueron desarrollados usando técnicas de regresión tradicionales. Los autores recomendaron los modelos desarrollados en el estudio como guía para la elección de la estrategia de contratación más adecuada. La aplicación práctica de esta investigación permite a los constructores que con el fin de asegurar que sus obras tengan buenos resultados, deben concentrarse en los atributos importantes que se pueden usar para predecir el rendimiento.

Korde et al. (2005) describieron en su trabajo el estado del arte de la investigación sobre la predicción y la explicación de los resultados en las obras de construcción, a través de una extensa búsqueda en la literatura que identificó 122 artículos relevantes, publicados entre 1985 y 2005. Debido al gran volumen de material encontrado, los resultados de la investigación se presentaron en dos tablas. En una primera tabla se clasificaron las publicaciones que identificaban las medidas de resultado tratadas (productividad, plazos, coste, alcance, calidad, seguridad, éxito y otros), el nivel de aplicación (obra general, participantes y tipos de trabajo) y las técnicas utilizadas para el análisis (cuantitativas y cualitativas). La mayoría de los modelos revisados en la literatura se correspondieron con el nivel de obra en general, donde el éxito constituía la medida de rendimiento de mayor interés. Los modelos que examinaron las medidas de resultado desde la perspectiva de los participantes (por ejemplo, contratista principal o gerente de la construcción) mostraron particular interés en los factores e indicadores de resultado que se relacionan con el coste, el tiempo y la seguridad. Los modelos que tienden a ocuparse de los detalles asociados con la realización de

diferentes tipos de trabajo (por ejemplo, encofrado, colocación de hormigón, movimiento de tierras, etc.) se centraban principalmente en la productividad. La segunda tabla recogía las publicaciones que trataban sobre los factores críticos que se han demostrado pueden afectar a las medidas de resultado de plazos, coste, productividad y el rendimiento general. Los investigadores identificaron una amplia lista de 77 factores críticos que pueden influir en los resultados de las obras, pero finalmente se incluyeron solo los factores que aparecían en al menos el 20 por ciento de los documentos tratados. Esto redujo la lista de 77 a 39 factores críticos que pueden influir en los resultados de las obras. El documento concluye con que no existe un modelo definitivo, ya sea para predecir o explicar los resultados y que la mayoría de los modelos descritos están más orientados a la investigación que a la práctica. Por otra parte indican que no hay un fuerte consenso con respecto a qué factores son los más importantes, cuál debe ser su definición, o cuál es la relación entre los factores que influyen en los resultados de las obras.

Lam et al. (2008) investigaron los factores determinantes de éxito en obras con la estrategia proyecto-obra (DB) para establecer un punto de referencia que permitiera comparar los resultados obtenidos en las obras. Se analizaron 92 obras del sector público construidas en Hong Kong que llevaron a cabo la estrategia de contratación proyecto-obra (DB). Los datos se recogieron a través de un cuestionario en el que se solicitaba a los encuestados que evaluaran los factores que influyen en los resultados de las obras y su nivel de satisfacción con los resultados obtenidos en las obras. Los encuestados calificaron cada atributo en una escala Likert de siete puntos. A partir de un análisis de componentes principales desarrollaron una ecuación para determinar un índice de éxito del proyecto, los componentes de esta ecuación eran plazo, coste, calidad y funcionalidad. Identificaron 42 variables que pueden influir en el éxito de las obras y se realizó un análisis de componentes principales para reducir las variables de éxito, que dio como resultado 12 factores. Además de identificar los factores de éxito, se realizó un análisis de regresión múltiple para investigar la causalidad de relaciones entre los factores encontrados y el indicador de éxito. El análisis determinó que la naturaleza de las obras, la acción eficaz de la gestión y la adopción de enfoques de gestión innovadores resultaron ser los factores críticos de éxito para las obras que llevan a cabo una estrategia de contratación proyecto-obra (DB). Es importante tener en cuenta que la naturaleza del proyecto se determina por el grado de entrada del constructor en el diseño, el atractivo de las obras, y la complejidad de las obras. Por otro lado, las acciones de gestión de proyectos pueden ser descritos por los esfuerzos de planificación por adelantado, la eficacia de los sistemas de gestión de la comunicación, el control y la estructura organizativa. Además, se sugirió que la adopción de una gestión innovadora –la gestión del valor (eliminar costes sin afectar negativamente a la calidad) y la asociación (*Partnering*)– puede aumentar las posibilidades de éxito en las obras con estrategias proyecto-obra (DB).

Korkmaz et al. (2010) realizaron un estudio exploratorio entre los atributos de las estrategias de contratación y los resultados obtenidos en obras de edificios sostenibles (que reducen los costes y mejoran el bienestar de los ocupantes) para identificar científicamente métricas importantes que proporcionen una herramienta de apoyo que faciliten la selección de las estrategias de contratación de edificios sostenibles. El estudio se centró en edificios de oficinas de los Estados Unidos de los sectores público y privado, que llevaron a cabo estrategias de contratación tradicional (DBB), proyecto-obra (DB) y dirección integrada de proyectos (CMR). Los datos se recogieron de 40 obras mediante una encuesta que incluía preguntas de escala Likert, categóricas, numéricas y de respuesta abierta. Se identificaron siete variables independientes (aquellas que pueden afectar a los resultados), el compromiso del promotor con el sistema sostenible, la estrategia de contratación, la estrategia de licitación para la selección del equipo, las condiciones del contrato, la integración en el diseño, las características del equipo y el proceso de construcción. En el estudio se incluyeron variables de control como componentes externas (por ejemplo la existencia de constructores calificados o reglamentos) y las características de las obras (por ejemplo el tamaño de las obras, la complejidad técnica y los sistemas de construcción). Como variables dependientes (aquellas que pueden ser afectadas por las variables independientes y de control) se identificaron cinco métricas de rendimiento para medir los resultados de obras de edificios sostenibles: (1) plazos (velocidad total, velocidad de la construcción, y el incremento de los costes), (2) costes (incremento de los costes, coste unitario, y la intensidad); (3) calidad desde la perspectiva del promotor es decir, la calidad del volumen de negocios, la calidad del sistema y la satisfacción general, (4) seguridad en la construcción, que se mide por los indicadores de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration, OSHA*), y (5) nivel de logro de los estándares de alto rendimiento sostenible. Se realizó un análisis univariante para determinar un conjunto limitado de variables que posteriormente se incluyeron en un análisis multivariante para observar patrones que permitieran seleccionar los indicadores de evaluación de la ejecución de obras de alto rendimiento sostenible. Mediante este análisis se examinó la relación de cada variable independiente identificada para cada variable dependiente a la vez. El enfoque del análisis cuantitativo ayudó al desarrollo de conocimiento sobre las métricas de rendimiento. El incremento de los costes, la velocidad de construcción, la velocidad total, la energía y las tasas verdes resultaron como las métricas de rendimiento más fiables que pueden ayudar a entender el éxito del proceso de entrega de un edificio sostenible. Las características del equipo y las métricas de calidad se determinaron como indicadores subjetivos. En cuanto al coste unitario y la intensidad, su valor es limitado ya que estos indicadores de costes no tienen en cuenta el tipo de construcción, los sistemas utilizados dentro del edificio o la complejidad técnica.

Swarup et al. (2011) llevaron a cabo un análisis cualitativo, mediante un estudio de casos, para evaluar y verificar los atributos de las estrategias de adquisición en obras de edificios sostenibles. En el estudio se adoptaron las métricas de resultado (plazos, coste, calidad, niveles de sostenibilidad y alto rendimiento, y la satisfacción del usuario final) definidas en investigaciones anteriores para mostrar descriptivamente el grado en que las relaciones y la influencia de los atributos de las estrategias de adquisición, tales como el compromiso del promotor, la integración del equipo, la estrategia de contratación, la estrategia de licitación y las condiciones del contrato, afectan a los objetivos de sostenibilidad de obras de edificios sostenibles. La muestra del estudio consistió en 12 estudios de caso, de edificios de oficinas "verdes", que llevaron a cabo una mezcla representativa de las estrategias de contratación más habituales en los Estados Unidos (DBB, DB y CMR) Para mantener la calidad, validez y fiabilidad de los datos, la investigación siguió un protocolo de estudio de caso, de dos a tres participantes (incluyendo el promotor, constructor y proyectista) fueron entrevistados para cada obra. Los resultados muestran el grado de influencia que los atributos de la estrategia de adquisición tienen en los resultados de obras de edificios sostenibles. En concreto, los resultados sugieren que el compromiso del promotor, las condiciones del contrato, y la integración en el proceso proyecto-construcción son los atributos críticos que pueden influir en los resultados de la obra, tales como el coste, la duración, la calidad, y sobre todo en los objetivos de sostenibilidad. Los resultados también indicaron que el fuerte compromiso del promotor hacia la sostenibilidad, la participación temprana del constructor en el fase de diseño, y la inclusión temprana de estrategias sostenibles en el proceso proyecto-construcción del edificio son cruciales para obtener resultados exitosos.

Cha and Kim (2011) definieron un sistema de medición cuantitativo de los resultados y establecieron los criterios de evaluación mediante la identificación de 18 indicadores de resultado de las obras, centrándose en obras de edificios residenciales de Corea del Sur. Los indicadores se identificaron a través de la revisión de la literatura, estudios de caso y ejemplos prácticos de evaluación y fueron revisados por un grupo de expertos con experiencia en construcción. Los 18 indicadores de resultado identificados se clasificaron en seis categorías: coste, plazo, calidad, seguridad, sostenibilidad y productividad. Con el fin de cuantificar efectivamente los indicadores identificados, los autores desarrollaron fórmulas matemáticas individuales. La validez del sistema se examinó en 22 edificios residenciales, de promoción pública y privada en su mayoría, en las que se habían llevado a cabo las estrategias de contratación de diseño-licitación-construcción (DBB) y la estrategia de proyecto-obra (DB). Se llevó a cabo un análisis comparativo para determinar si el sistema era aplicable a otras obras potenciales. Los autores indicaron que el conjunto de indicadores de resultado identificados también podía resultar útil en el desarrollo de un sistema a medida de medición de los resultados para un determinado tipo de obra.

Moon et al. (2011) desarrollaron un modelo para la elección de la estrategia de contratación más adecuada, en función de los objetivos, la organización y el entorno del promotor, en edificios de viviendas. Los datos se recogieron a partir de una encuesta en 100 obras en Corea, con las estrategias de contratación tradicional (DBB) y la estrategia de proyecto-obra (DB). La investigación se llevó a cabo en cuatro etapas. En la primera etapa se analizaron e identificaron, basándose en estudios previos, varios criterios de selección de la estrategia de contratación. Estos criterios se agruparon en tres niveles. El nivel 1 contenía cuatro componentes: las necesidades del promotor, las características del promotor, las características de las obras y componentes externos. Los niveles 2 y 3 contenían items derivados de cada componente del nivel 1, por ejemplo en las necesidades del promotor (nivel 1) se incluían para el nivel 2 items como el coste, plazos, calidad y control; en el nivel 3 cada uno de estos ítems contenía los criterios de selección (por ejemplo para el control se incluía el nivel de control del promotor y el nivel de participación del promotor). Debido al gran número de criterios de selección identificados se realizó un análisis factorial para agrupar los diferentes criterios. En la segunda etapa se realizó un análisis de correlación para cada grupo de estrategia de contratación (DB y DBB), entre los criterios de selección identificados y los resultados obtenidos en las obras en cuanto a la duración, el coste y la intensidad. El resultado de este proceso fue identificar los criterios de selección de la estrategia de contratación que se relacionan directamente con los resultados obtenidos en la construcción de viviendas multifamiliares. En la tercera etapa se aplicó un análisis de regresión logística para desarrollar modelos de selección cuantitativos. El análisis de regresión logística se llevó a cabo mediante el uso de dos variables: (1) las estrategias de contratación como variables dependientes; y (2) los criterios de selección identificados en la segunda etapa, como variables independientes. En consecuencia, se desarrollaron tres modelos de selección cuantitativos. Por último para validar los tres modelos para la selección de la estrategia de entrega más adecuada, se aplicaron los modelos a 20 casos reales. Los resultados de la validación del modelo mostraron que tenía una precisión de la predicción del 95%, lo que demostraba la fiabilidad del modelo desarrollado.

Mollaoglu-Korkmaz et al. (2013) mediante un análisis cualitativo (estudio de casos) tratan de comprender el alcance de los efectos de la estrategia de adquisición en el nivel de integración alcanzado por el equipo y, además, sus efectos sobre los resultados de en obras de edificios sostenibles, con un enfoque en los objetivos de sostenibilidad. Sobre la base de la literatura y de los datos recogidos en una investigación anterior (Korkmaz et al. 2010) definieron el nivel de integración principalmente en función del momento de la entrada del constructor en el proceso proyecto-construcción. Después de realizar un protocolo completo de estudio de casos, se identificaron 12 obras para la recolección de datos. Las obras, de nueva construcción, habían alcanzado uno de los cuatro niveles de certificación LEED® (Líder

en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), sistema de evaluación y estándar internacional desarrollado por el U.S. Green Building Council para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia. Además para la selección de los casos, las obras debían haber llevado a cabo alguna de las tres estrategias más comunes en los Estados Unidos (es decir, DBB, DB, y CMR). La recolección de los datos se realizó a través de teléfono con grabaciones de voz y cuestionarios enviados por correo electrónico. Tres encuestados principalmente (es decir, los promotores, proyectistas y constructores) contestaron el cuestionario para cada estudio de caso. En promedio, cada entrevista tuvo una duración aproximadamente de 40-50 min. El estudio de casos mostró que la participación temprana del constructor parece ser un factor clave en el éxito así como la definición del nivel de integración en el proceso proyecto-construcción, mayores niveles de integración en la fase de diseño daban lugar a mejores resultados, es decir mayores niveles alcanzados de sostenibilidad. Los datos mostraron que tanto DB como CMR podían ofrecer un nivel alto o medio de la integración, ya que por sí mismas facilitan la participación temprana de los constructores en la fase de diseño. Por el contrario, DBB ofrecía principalmente los niveles más bajos de integración, porque el constructor no se involucraba hasta la fase de construcción. Además de la estrategia de contratación se encontraron otros atributos importantes en el proceso de adquisición como factores clave del éxito, tales como el compromiso del promotor, el compromiso del constructor, el momento de entrada en el proceso de cada participante del equipo y las características del equipo en cuanto a la colaboración, experiencia, y la química. Aunque la participación temprana era un factor clave para la integración y el éxito, un equipo sin experiencia, poco comprometido y con objetivos diferentes podían arruinar el resultado esperado.

Park et al. (2015) examinaron y analizaron estadísticamente el resultado en términos de coste, plazos y calidad, en obras de edificios de viviendas de gran tamaño en las que se aplicaron las estrategias diseño-licitación-construcción (DBB) y proyecto-obra (DB). La muestra analizada se componía de edificios de viviendas de más de 20 alturas, con un coste final de más de 50 millones de dólares, de promoción pública, construidas en Corea del Sur. Las actuaciones de las obras consideradas incluían los costes, el incremento de los costes, la duración de la construcción, el incremento de plazo de la construcción, y el rendimiento de calidad. Los datos que se recogieron mediante un cuestionario, mostraron en el análisis comparativo de los resultados de coste y plazo entre la estrategia tradicional (DB) y la de proyecto-obra (DBB), que el crecimiento de los costes del método proyecto-obra (DB) era de aproximadamente un 5% más bajo que en la estrategia tradicional DBB y la duración de la construcción se acortaba hasta doce días por planta. Los resultados de los análisis de rendimiento de calidad demostraron que la satisfacción con la estrategia proyecto-obra (DB) era mayor en términos de la calidad de la construcción y eficiencia, que en la estrategia tradicional

(DBB). Sin embargo, era notable que la estrategia proyecto-obra (DB) a menudo conducía a un aumento inesperado en el coste del diseño. Los autores indicaron que los resultados coincidían con estudios existentes en que la estrategia proyecto-obra (DB) es superior a la estrategia tradicional (DBB) con respecto a varias medidas de resultado. La estrategia de proyecto-obra es una adecuada elección para la contratación en obras de edificios de viviendas de gran tamaño de más 50 millones de dólares, pero es importante tener experiencia y un conocimiento profundo de los planos y especificaciones del proyecto por parte del departamento de la empresa que va a llevar a cabo el diseño y la construcción de esta tipología de viviendas.

Sin embargo, los estudios analizados en los párrafos anteriores se desarrollaron principalmente en países de cultura anglosajona o asiática. Parece conveniente, por lo tanto, conocer el enfoque de este conjunto de estrategias en el sector de la construcción español. Previamente, procede describir la situación actual del sector de la construcción en España y mostrar cómo ha sido su evolución en los últimos años. Estos aspectos se tratan en el siguiente epígrafe.

### **2.3 Contexto de la construcción en España**

En el sector de la construcción español, las estrategias de contratación más populares entre los organismos públicos son las de diseño-licitación-construcción (75%) y los contratos de concesión (25%) (SEOPAN 2014). El diseño-licitación-construcción, es también la estrategia de contratación más común utilizado por los promotores privados de obras de edificación residencial. La razón se debe a que la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (Jefatura del Estado 1999), protege la figura del arquitecto, ya que esta ley obliga a que cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción residencial, la titulación académica y profesional habilitante para la realización del proyecto, será la de arquitecto. Este hecho no facilita la aplicación de otras estrategias de contratación (Pellicer y Victory 2006). Además, en España la Ley de Contratos del Sector Público (LCSP) (Ministerio de Economía y Hacienda 2011a), aunque contempla la separación de proyecto y obra y contratistas múltiples en el caso que la obra se divida en lotes, cada lote debe ser susceptible de utilización por separado; esto excluye la posibilidad de utilizar la estrategia de contratación del tipo dirección integrada de proyectos (CMR), frecuente en Estados Unidos y otros países anglosajones (Del Caño et al. 2008). Por este motivo, la dirección integrada de proyectos (CMR) se utiliza en pocas ocasiones y solo por promotores privados para edificaciones industriales o comerciales. Por otro lado, la estrategia de contratación proyecto-obra (DB) según la LCSP solo se puede utilizar en casos excepcionales, y aunque se utilizó en el pasado (a comienzo de los años 70), se dejó de utilizar, tal vez a causa de su mal uso por parte de algunos organismos públicos motivo por el cual la LCSP es mucho más exigente para su aplicación (Pellicer et al. 2014a).

Todo lo contrario ocurrió en los Estados Unidos, donde en las décadas de 1970 y 1980 el enfoque del sistema tradicional se convirtió en inaceptable para muchos promotores. En 1997 el gobierno federal modificó el Reglamento Federal de Adquisiciones para la utilización de la estrategia proyecto-obra (DB) e introducir la figura del gerente de construcción (Beard et al. 2001). Por último, aunque la LCSP incluye el contrato de colaboración público-privada, este tipo de contratación está restringido a trabajos de gran complejidad o en los que la incertidumbre sea importante. Este contrato debe incluir además de la financiación y la construcción, el mantenimiento y la explotación; este tipo de estrategia de contratación se concibe para la prestación de un servicio y no para la ejecución de obras con financiación a largo plazo (Del Caño et al. 2008). Para los promotores privados el tipo de contratación que se ha denominado proyectos integrados (IPD) es poco conocida. Sin embargo, en Estados Unidos aunque el uso de este enfoque es todavía escaso, tal vez debido a la incertidumbre respecto de sus riesgos, así como por el uso de un nuevo marco legal (Kent y Becerik-Gerber 2010) este tipo de contrato ya se ha aplicado con éxito en varios proyectos de construcción (Ghassemi y Becerik-Gerber 2011; Lichtig 2005, 2006). La comparación histórica en la utilización de las diferentes estrategias de contratación alternativas a la estrategia tradicional entre los Estados Unidos y España se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3: Uso en Estados Unidos y España de las estrategias de contratación más integradas**

	Estados Unidos		España	
	Comienzo	Uso actual	Comienzo	Uso actual
<b>Dirección Integrada de Proyecto (CMR)</b>	1960s	Uso	1970s	Poco uso (solo privados)
<b>Proyecto-obra (DB)</b>	1990s	Uso frecuente	1970s	Poco uso
<b>Proyectos integrados (IPD)</b>	2000s	Poco uso	---	Desconocido

Fuente: (Pellicer et al. 2014a)

Teniendo en cuenta la estrategia de licitación los procedimientos habituales en la contratación pública española son el procedimiento abierto y el procedimiento restringido que se "adjudican a la oferta económicamente más ventajosa", esta forma de adjudicación supone, normalmente una adjudicación multicriterio (Del Caño et al. 2008). Esta adjudicación se realiza habitualmente en una sola etapa de propuestas (RFP en adelante) y tiene en cuenta para la adjudicación además del precio, la propuesta técnica, el plazo, la experiencia del equipo, y los procedimientos de control de calidad y seguridad. El precio se pondera como mínimo al 50% o más en los contratos públicos, debido a las regulaciones impuestas por la Directiva del Consejo Europeo (Unión Europea 2014) sobre la coordinación de los procedimientos de adjudicación de obras públicas, de suministro y los contratos de servicios. La adjudicación en dos etapas rara vez se utiliza por los promotores públicos; sin embargo, sí que se utiliza por los promotores privados (Pellicer y Victory 2006). En la

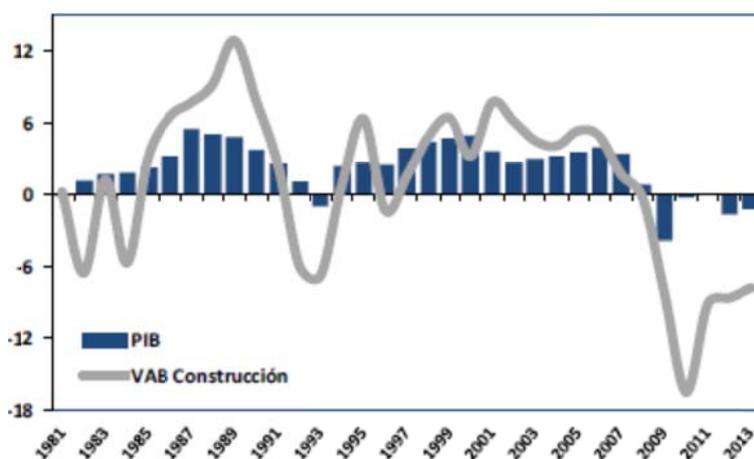
adjudicación con dos etapas, las propuestas técnicas se reciben en la primera etapa, una vez precalificadas se preseleccionan los posibles candidatos para la adjudicación del contrato; entonces, estos candidatos calificados presentan la oferta económica (Molenaar et al. 1999). Los promotores privados también utilizan otros procedimientos como la adjudicación basada en cualificaciones y el candidato único (Pellicer et al. 2014a).

En cuanto a las disposiciones de pago, solo los precios unitarios (de acuerdo con una estimación cuantitativa) y el precio cerrado o tanto alzado los permite la Ley de Contratación Pública española (Ministerio de Economía y Hacienda 2011a). El primero se utiliza principalmente en obras de ingeniería civil por los promotores públicos, mientras que el precio cerrado o tanto alzado, solo se contempla cuando la naturaleza de la obra lo permita; por esta razón se utiliza en pocas ocasiones (De La Cruz et al. 2006). Como resultado, los contratistas son elegidos basándose en el precio de la oferta (Oviedo-Haito et al. 2014). Esta circunstancia incita a relaciones antagónicas entre los diferentes agentes del proceso proyecto-construcción (De La Cruz et al. 2006; Oviedo-Haito et al. 2014). A pesar de que los promotores privados no tienen estas restricciones reglamentarias, la mayoría de las veces utilizan el precio cerrado o tanto alzado en la construcción de edificios y los precios unitarios en obras de ingeniería civil (Pellicer y Victory 2006). Los promotores privados pueden utilizar otras disposiciones de pago, como el precio máximo garantizado o los costes más honorarios.

Si bien las estrategias de contratación alternativas al sistema tradicional diseño-licitación-construcción (DBB), junto con una mayor variedad de posibilidades en las estrategias de licitación y disposiciones de pago, siguen disfrutando de mayor uso en los Estados Unidos, Reino Unido y en otros países como Francia (que aunque dispone de un sistema de contratación muy similar al sistema español combina el sistema tradicional con la incorporación de nuevos enfoques), la industria de la construcción española se está quedando muy por detrás de esta tendencia (De La Cruz et al. 2006; Del Caño et al. 2008; Pellicer et al. 2014a; Pellicer y Victory 2006).

Por otro lado, para contextualizar la situación actual del sector de la construcción y mostrar cómo ha sido su evolución en los últimos años, se han seleccionado un conjunto de indicadores económicos, de oferta y demanda, utilizando los últimos datos disponibles publicados por el Ministerio de Fomento, la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional (SEOPAN) y la Confederación Nacional de la Construcción (CNC). Según el informe económico del año 2013 (SEOPAN 2014), la dinámica que ha seguido el sector de la construcción en los últimos 20 años se puede analizar observando la evolución de Valor Añadido Bruto de la construcción (VAB). El análisis de este indicador confirma que entre 1996 y 2006, creció a una tasa media anual del 4,9%, frente a un 3,8% de crecimiento registrado por el VAB total. Esa

progresión favoreció el aumento de la participación de la construcción en el Producto Interior Bruto (PIB), desde el 8,4%, mínimo observado en 1997, hasta el máximo histórico del 12,6%, registrado en 2006. En la primera parte de 2006, se alcanzó un máximo cíclico en la actividad, momento a partir del se comenzaron a registrar tasas negativas y alcanzar un mínimo, cercano al -18%, a mediados del 2010. A continuación, se confirma una progresiva moderación, hasta finalizar 2011 con una tasa media interanual del -9%, registro superior en más de 9 puntos porcentuales al observado un año antes. Seguidamente, el perfil evolutivo ha ido moderándose hasta estabilizarse en niveles cercanos al -8% a lo largo de 2013 (ver Figura 4).



Fuente: CNTR. (INE 2015a) y SEOPAN

Figura 4: El ciclo de la construcción en España

La pérdida de dinamismo en el sector de la construcción es debida a la crisis financiera de 2007. Esta crisis afectó profundamente a los dos grandes subsectores que componen el sector de la construcción: obra civil y edificación. La comparación de los datos desde el comienzo de la crisis en 2007 hasta el pico de la crisis en 2013, el sector tuvo una reducción aproximadamente del 95% en la producción de la construcción residencial y un 82% en el sector de la obra civil (CNC 2014; SEOPAN 2014). Además de 2008 a 2013, el 33% de las empresas que trabajan en la industria de la construcción se vieron obligadas a declararse en bancarrota (CNC 2014).

La actividad de la edificación en España comprende la edificación residencial, (construcción de viviendas), y la edificación no residencial (construcción de edificios como naves industriales, oficinas, edificios comerciales, hospitales, instalaciones recreativas; hoteles, terminales de transporte, etc). La edificación residencial, históricamente constituye el principal mercado de la edificación (SEOPAN 2014). La promoción de viviendas en España la llevan a cabo principalmente promotores privados; como ejemplo, según datos del Ministerio de Fomento (MOP 2015), en el

año 2013 del total de viviendas finalizadas el 99% correspondieron a promotores privados y el 1% a las administraciones públicas.

Para conocer la dinámica de la vivienda en España es necesario analizar algunos indicadores. En la Tabla 4 se incluyen algunos indicadores recogidos por el Ministerio de Fomento que muestran la evolución del sector residencial en los últimos años. En 2006 se iniciaron 760.000 viviendas, máximo de esta serie, descendiendo progresivamente hasta estimarse 47.000 en 2013. El visado colegial que refleja el trámite por el cual el Colegio de Arquitectos da conformidad al proyecto del edificio, constituye también un indicador adelantado del inicio del proceso productivo de edificación. No obstante, no todos los proyectos visados finalizan en la ejecución de la vivienda, debido al hecho de que parte de los proyectos visados no resultan rentables o no disponen de financiación suficiente. El número de licencias municipales puede considerarse como un indicador más a corto plazo de la actividad, ya que muestra el momento en que la obra puede ser iniciada. Aunque existe un desfase temporal entre ambos indicadores, atribuible a los plazos de tramitación de las licencias, estimados entre tres y seis meses (CNC 2014; SEOPAN 2014), se puede observar que tanto las series que componen las licencias municipales de obra de carácter residencial, como las series de los visados de viviendas presentan claramente una tendencia negativa similar a partir del año 2007.

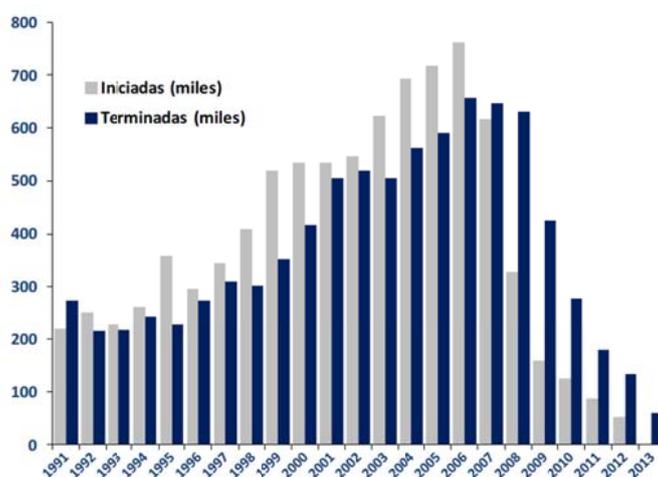
**Tabla 4: El dinamismo de la vivienda**

	Miles de viviendas										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Indicadores de iniciación</b>											
Viviendas iniciadas	623	692	716	760	616	346	159	124	86	52	47
Licencias municipales	471	544	604	735	633	268	131	92	76	58	31
Visados colegiales vivienda	690	740	786	912	689	300	147	128	110	70	58
<b>Indicadores de finalización</b>											
Viviendas terminadas	508	565	591	658	647	632	424	277	179	133	60
Certificaciones fin de obra	459	497	524	586	641	615	367	241	157	115	65
Viviendas transmitidas	-	848	902	955	836	564	464	491	349	364	300

Fuente: Ministerio de Fomento y (SEOPAN, 2014)

La oferta y la demanda en el sector de la vivienda se puede analizar con el indicador de viviendas transmitidas que elabora el Ministerio de Fomento (MOP 2015) a partir de las cifras proporcionadas por los notarios y registradores (SEOPAN 2014). Como se muestra en la Tabla 4, la demanda de viviendas en España comenzó a resentirse a comienzos de 2006, provocado principalmente por la subida de los tipos de interés y del precio de la vivienda, registrando sucesivas caídas en los años posteriores. Aunque se observa un avance en 2010, se corrige con un importante descenso en 2011, mientras que en 2012, vuelve a registrar un nuevo aumento, recortándose de nuevo en 2013, hasta situar las viviendas transmitidas en 300.000 (SEOPAN 2014).

Otro indicador que aporta indicios del momento que atraviesa el mercado de la vivienda es la comparación entre viviendas iniciadas y viviendas terminadas. Este desfase se debe al tiempo que existe entre el inicio y la terminación de una vivienda, que en España se estima en un periodo entre 18 y 24 meses (SEOPAN 2014). Mientras entre 2004 y 2006 las viviendas iniciadas superaron a las terminadas en un promedio de 117.000 viviendas según los datos del Ministerio de Fomento, en los años siguientes se invierte esta tendencia. Desde 2007, se terminaron más viviendas que se iniciaron, alcanzando un diferencial máximo en 2008 y 2009, moderándose posteriormente hasta estimarse en cerca de 13.000 en 2013 (ver Figura 5). Así, en períodos de expansión de la actividad, las viviendas iniciadas superan a las terminadas. Sin embargo, en la coyuntura actual de fuerte recesión, el ciclo se invierte (SEOPAN 2014).



Fuente: Ministerio de Fomento y SEOPAN 2014

Figura 5: El ciclo de la vivienda

## 2.4 Punto de partida de la investigación

El análisis de todos los indicadores muestra que la edificación residencial, ha reducido notablemente la actividad desde el inicio de la crisis. En este mercado a la baja, con un gran número de ofertas y muy baja demanda, solo los mejores pueden permanecer en el negocio (Bielsa y Duarte 2011; Oviedo-Haito et al. 2014; Villar-Mir 2001). Algunos promotores de vivienda para sostener el negocio han optado por bajar los precios en el mercado, mientras que otros, han organizado su estructura empresarial empleando equipos de construcción integrados (promotor-constructor) como una estrategia para reducir costes. Ante este panorama el mercado de la vivienda ofrece un excelente laboratorio para explorar el impacto de la integración y las relaciones del equipo en los resultados de obras de construcción de edificios de viviendas en España.

El tema de la integración se ha estudiado extensamente internacionalmente, pero no hay estudios centrados en el diseño y la construcción de edificios de viviendas. Como se ha comentado anteriormente algunos investigadores pusieron de relieve la actual fragmentación del ciclo de vida de la infraestructura (Latham 1994; Nam y Tatum 1992). Pocock et al. (1996) discutieron la naturaleza segmentada del enfoque tradicional de diseño-licitación-construcción. Encontraron que este enfoque impide la fluidez de intercambio de información entre las partes interesadas y las organizaciones que trabajan en cada una de las fases. Esta falta de transparencia en consecuencia, podría dar lugar a relaciones antagónicas entre los diferentes grupos de interés: promotor, proyectista, constructor, subcontratistas y proveedores; especialmente el promotor y el constructor fueron percibidos como antagonistas, (Nam y Tatum 1992). Esto podría llevar a sobrecostes, plazos excesivos, o baja calidad de las infraestructuras (Koskela 1992; Latham 1994).

Problemas derivados de la fragmentación pueden amplificarse en un mercado de licitación agresiva tal como se ha encontrado en España. Por el contrario, la integración del equipo, a través de una mayor interacción y colaboración, ha llevado al éxito en la mitigación de la fragmentación de la industria de la construcción (ElAsmar et al. 2013; Konchar y Sanvido 1998). En esta línea, Pocock et al. (1996) reconocieron que las obras con bajo grado de integración tuvieron un amplio rango de crecimiento de costes y plazos y un gran número de modificaciones, mientras que las obras con alto grado de integración tendían a obtener mejores y más consistentes indicadores de resultado. Konchar y Sanvido (1998) llegaron a la conclusión de que las estrategias de contratación más integradas (proyecto-obra (DB), dirección integrada de proyecto (CMR), y el diseño-licitación-construcción (DBB) en orden descendiente de la integración) proporcionan mejores resultados en términos de costes y plazos. También encontraron mejores resultados en la estrategia de contratación proyecto-obra (DB), que en las otras estrategias de contratación menos integradas. Si bien estos resultados son prometedores, hay lagunas en el conocimiento sobre la integración y los resultados en las obras de construcción. Otros autores (Ibbs et al. 2003; Odhigu et al. 2012) llevaron a cabo estudios similares, pero no encontraron evidencia de que los enfoques más integrados produzcan mejores resultados. Por lo tanto, este es un tema que todavía está en discusión y que tiene enormes posibilidades de investigación futura.

Por último, realizada una profunda revisión de la bibliografía existente, no se han encontrado estudios previos centrados en cómo la integración y las relaciones del equipo afectan al éxito en el diseño y la construcción de edificios de viviendas, y tampoco se han encontrado estudios realizados hasta ahora en materia de integración en el sector de la construcción español. En conclusión, dadas las lagunas de conocimiento en cómo la integración y las relaciones del equipo afectan a los

resultados, combinado con la oportunidad de estudiar el mercado de la construcción español en este tiempo de cambio sin precedentes, el objetivo de esta investigación es explorar el efecto de la integración y el comportamiento del equipo en el éxito de la construcción de viviendas de promoción privada en el sector de la construcción español, siendo este el punto de partida de la presente investigación.

## **2.5 Resumen del capítulo**

En el contexto internacional (incluyendo Estados Unidos y España), el modelo de contratación habitual es el sistema tradicional en el que se diferencian claramente, las fases de diseño y construcción. Si bien en otros países se ha producido una tendencia al uso de otras estrategias de contratación alternativas al sistema tradicional, en España, debido a la legislación existente y a la costumbre, se utiliza básicamente la contratación tradicional. Este tipo de estrategia de contratación es ampliamente criticado por numerosos autores porque consideran que no optimiza el proceso proyecto-construcción en su conjunto, produciendo una fragmentación en el ciclo de vida de la construcción que conlleva a sobrecostes, plazos excesivos o baja calidad de las construcciones. Problemas derivados de la fragmentación pueden amplificarse en una situación de crisis como la que sufre actualmente el sector de la construcción en España. La integración del equipo se muestra como una solución lógica a la fragmentación de la industria de la construcción, a través de una mayor interacción y colaboración, puede mitigar la fragmentación y llevar a obtener mejores resultados; no obstante, la evidencia empírica que une los dos conceptos es limitada. En las condiciones actuales, en las que se encuentra el sector de la edificación en España puede ser muy interesante estudiar cómo la integración y las relaciones entre los miembros del equipo pueden mejorar los resultados obtenidos en la construcción de edificios de viviendas.

## CAPÍTULO 3

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo describe el proceso de investigación desarrollado y la secuencia cronológica de las tareas y estudios, que desde el punto de partida y hasta las conclusiones, se han realizado para estudiar cómo la integración y el comportamiento colaborativo del equipo (principalmente el promotor y el constructor) que trabaja en la construcción de edificios residenciales influye en el éxito general de todo el proceso de diseño y construcción de un edificio. Se describe el cuestionario utilizado para recoger una amplia gama de datos cuantitativos, así como su distribución y el proceso de recopilación de los datos. También se explican las técnicas estadísticas que se aplicaron para analizar el conjunto de datos de la muestra y las técnicas cualitativas que permiten validar y conocer en profundidad los resultados obtenidos a partir de las técnicas cuantitativas. Por último, se describe la comparación que se realiza entre los resultados de la investigación llevada a cabo en Estados Unidos y la presente investigación.

### 3.1 Introducción

La investigación tiene su origen en un estudio patrocinado por la *Charles Pankow Foundation* y el *Construction Industry Institute (CII)* titulado “*Owner’s Guide to Maximizing Success in Integrated Projects*” (2012) llevado a cabo conjuntamente por la *University of Colorado at Boulder* y *Penn State University* de los Estados Unidos. Este estudio tiene dos objetivos principales: (a) determinar de forma analítica el papel que tienen la estrategia de adquisición y la integración del equipo (promotor, proyectista y constructor), en el éxito del diseño y la construcción de obras de edificación; y (b) producir un conjunto de guías prácticas para que los promotores puedan maximizar el éxito de sus obras teniendo en cuenta aspectos como la integración, el comportamiento del equipo, los métodos de pago y licitación y las diferentes estrategias de contratación más utilizadas en los EE.UU: tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*), dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*), proyecto-obra (*Design-Build, DB*) y proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*). El ámbito de la investigación se centra en proyectos de cualquier tipología de edificación, de carácter público o privado, predominantemente de nueva construcción y situados en los Estados Unidos. Se

excluyen específicamente reformas, obras civiles o carreteras, edificaciones unifamiliares y no residenciales, obras internacionales o incompletas.

Esta misma investigación, se traslada al sector de la construcción español y se compara con el de los Estados Unidos. Sin embargo, tal y como se ha visto previamente en el marco teórico y contextual, dado que la industria de la construcción en España tiende a no utilizar métodos integrados de contratación debido a las características específicas de la situación española, se estrecha el foco de la investigación incluyendo solo la estrategia de contratación tradicional (diseño-licitación-construcción, o DBB) de mayor aplicación en España. Por otra parte, en España, la construcción de vivienda residencial privada ha sido siempre la parte más importante de la producción del sector (un 35,5% del total según SEOPAN, 2007). Es por ello que el ámbito de la investigación se centra en edificios residenciales de viviendas de promoción privada, por ofrecer un excelente laboratorio para explorar el impacto de la integración y el comportamiento del equipo en la construcción de este tipo de edificios.

Esta investigación paralela entre Estados Unidos y España ha sido posible por la cooperación existente desde 2012 entre la *University of Colorado at Boulder* y la *Universitat Politècnica de València* que se ha plasmado en una estancia del profesor Pellicer de cinco meses (abril a agosto de 2013) en la *University of Colorado at Boulder*, y otra estancia de doce meses (julio de 2014 a junio de 2015) del profesor Molenaar en la *Universitat Politècnica de València*. Estos intercambios permitieron al profesor Pellicer colaborar en el lanzamiento de la investigación norteamericana y al profesor Molenaar realizar un seguimiento diario de las fases finales de la investigación en Valencia.

### 3.2 El proceso de la investigación

La investigación se divide en cuatro fases. La Figura 6 muestra de forma esquemática el proceso que se ha seguido en la investigación. La parte central representa el diagrama de flujo con la secuencia cronológica de los trabajos realizados desde el punto de partida hasta las conclusiones; la parte de la izquierda incluye los capítulos en los que se divide el documento para facilitar la lectura y el orden e integración de los contenidos; en la parte de la derecha se establecen las actividades más destacadas que constituyen el proceso y las fases en las que se llevan a cabo. Estas fases se describen con más detalle a continuación.

La primera fase se inicia conjuntamente en España y Estados Unidos con una revisión exhaustiva de la literatura que permita identificar las variables de estudio. Para mejorar y clasificar las variables identificadas en función de su importancia y disponibilidad y asegurarse de que ninguna variable se quedaba por analizar, se realizó

un taller de expertos en Washington DC, en noviembre de 2012, que tuvo una duración de dos días; en este panel participaron como facilitadores los dos directores de esta tesis doctoral. Tras el análisis y depuración de los resultados, se elaboró un cuestionario estructurado en catorce apartados, que contenía las variables elegidas para conseguir el objetivo del estudio.

De forma paralela en España se inició la planificación del estudio, que por primera vez plantea cómo la integración, la colaboración y las relaciones entre los miembros del equipo afectan a los resultados y al éxito de la construcción de edificios residencial de promoción privada en España. El paso siguiente consistió en traducir el cuestionario americano y adaptarlo al escenario español, mediante una validación de expertos y una prueba piloto. La toma de los datos se realizó mediante entrevistas estructuradas (68), a los representantes de la propiedad y a los contratistas de obras de edificios residenciales de promoción privada en España. Debido al hecho de que se necesitaban dos entrevistados por obra, y teniendo en cuenta la extensión del cuestionario, así como la crisis actual en el sector de la construcción español, solo fue posible recoger datos de 35 obras, todas ellas finalizadas después de 2005. Después de completar la fase de recogida de datos, cuatro de ellas fueron descartadas, bien por falta de datos, por falta de fiabilidad de las respuestas de los entrevistados o por las características de la obra. Por lo tanto, la muestra final la componen 31 obras (con un total de 62 entrevistas estructuradas) de edificios residenciales de promoción privada en España. Los datos de la muestra se organizaron y prepararon antes de realizar su análisis. Los trabajos descritos se recogen en los capítulos 3 y 4 de la presente tesis doctoral.

En la segunda fase se realizó el análisis de los datos. El primer paso consistió en un examen preliminar del conjunto de datos mediante estadística descriptiva, con el objetivo de describir las características y peculiaridades de la muestra. En segundo lugar se realizó un estudio exploratorio para conocer las relaciones entre las variables mediante un análisis de correlación. Este análisis facilitó la identificación de las variables que podían ser indicadores de éxito. Por último, se llevó a cabo un análisis multivariante de componentes principales, con el objetivo de reducir el conjunto de variables identificadas como indicadores de éxito a un conjunto más pequeño de variables (factores) para su análisis posterior. Las técnicas descritas se describen en el capítulo 3; los resultados y su discusión se muestran en el capítulo 4 de la tesis doctoral.

En la tercera fase, para validar los resultados obtenidos y profundizar en el conocimiento de cómo la integración y el comportamiento colaborativo del equipo influyen en el éxito, se lleva a cabo un análisis cualitativo. Se selecciona como herramienta a utilizar, el estudio de casos. El proceso seguido en el estudio de casos consistió en primer lugar en establecer el objetivo. En segundo lugar, se definió la

unidad de análisis y se seleccionaron los casos. A continuación, se diseñó el protocolo del estudio para definir el método de recogida de los datos, los informadores clave y un cuestionario estructurado para realizar entrevistas grabadas, al menos al representante del promotor en cada caso y también al constructor en alguno de ellos. Los datos recogidos se registraron en una base de datos, se codificaron y tras un primer análisis se clasificaron en tablas. Por último se realizó un análisis más profundo de la información, confrontando la revisión de la literatura con los resultados obtenidos, para comprender el fenómeno estudiado. La descripción del proceso seguido se recoge en el capítulo 3. El desarrollo del estudio y los resultados se muestran en el capítulo 4 de la tesis doctoral.

En la cuarta fase se compara el enfoque diferente hacia la integración y la cohesión de dos conjuntos de obras similares: uno de los EE. UU. y otro de España. Los datos obtenidos en España a partir del mismo cuestionario y estadísticamente analizados se incluyen en el modelo de estudio americano. A partir de esta comparación, los resultados entre Estados Unidos y España permiten identificar las diferencias y similitudes entre ambos países, aunque sea únicamente desde el punto de vista de la influencia de la colaboración y comportamiento del equipo en el enfoque tradicional de contratación. Los resultados obtenidos servirán para elaborar unas recomendaciones que ayuden a transformar las prácticas actuales y que mejoren el entorno español de la construcción. El trabajo realizado se presenta en el capítulo 5.

El proceso finaliza con un resumen de las conclusiones obtenidas en los capítulos 4 y 5, las limitaciones del estudio y, puesto que ninguna investigación queda cerrada o terminada del todo, se plantean las futuras líneas de investigación. Estos apartados se recogen en el capítulo 6 de la presente tesis doctoral.

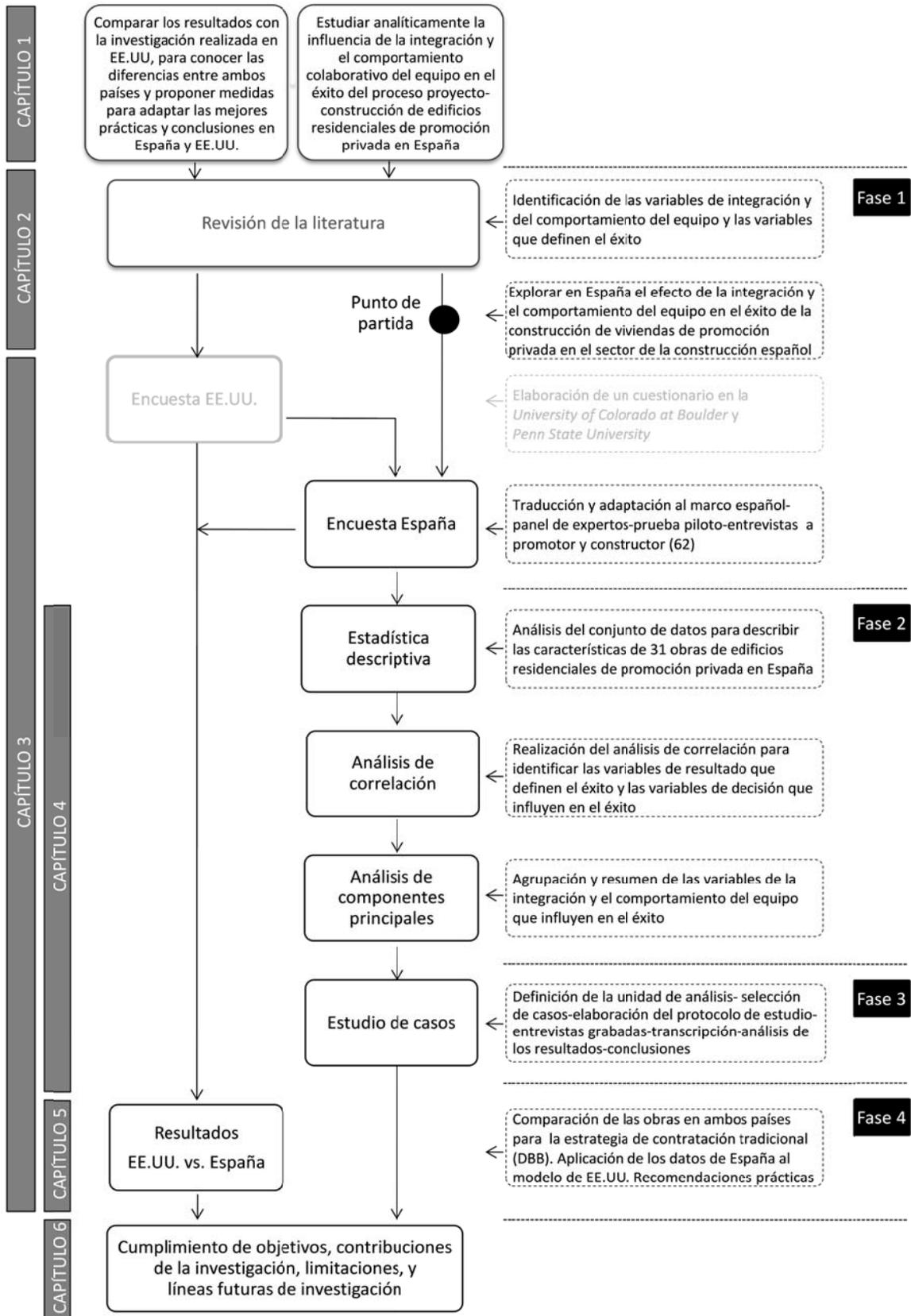


Figura 6: Proceso de la investigación

### 3.3 La encuesta elaborada en Estados Unidos

Como se ha comentado anteriormente la investigación tiene su origen en el estudio titulado "Owner's Guide to Maximizing Success in Integrated Projects" cuyo objetivo es determinar de forma analítica el papel de las estrategias de adquisición y la influencia del equipo de trabajo en el éxito del diseño y construcción de edificios en el sector de la construcción norteamericana. Esta investigación se inició con una revisión exhaustiva de la literatura para identificar las variables de estudio que permitieran conseguir el objetivo. Se formó un panel de expertos asesores, todos ellos miembros del sector de la construcción norteamericano, para ayudar en la determinación del alcance de la investigación y crear un cuestionario adecuado para la recogida de datos de edificios recientemente finalizados. Esta encuesta se elaboró combinando la revisión de la literatura y la retroalimentación del panel de expertos asesores. El cuestionario se estructuró en catorce apartados con 73 cuestiones para recoger información sobre las características de las obras, las estrategias de adquisición, la integración organizativa, las conductas del equipo y los resultados de rendimiento

Los cuestionarios se distribuyeron por correo postal y correo electrónico a las organizaciones profesionales de arquitectura, ingeniería y de la construcción de los Estados Unidos. La encuesta se dirigió a promotores públicos y privados, a los contratistas encargados de la construcción y a los arquitectos de cualquier tipología de edificación. Aunque el cuestionario fue diseñado para las figuras de promotor, constructor y arquitecto, la principal participación fue de promotores. Esto no resultó un problema porque son los promotores los que disponen de un conocimiento más completo de la obra.

Las encuestas se enviaron como un formulario PDF para su distribución por correo electrónico y como una versión de doble cara de papel para los envíos postales. Ambas formas de distribución se acompañaron con una carta de presentación y una lista con las preguntas más frecuentes (FAQ) para resolver cualquier duda que pudiera surgir durante su cumplimentación. Se enviaron aproximadamente 2.500 encuestas por correo postal y casi 6.000 se distribuyeron por correo electrónico. El equipo de investigación recibió 41 encuestas devueltas por correo postal (tasa de respuesta del 1,6%) y 290 por correo electrónico (tasa de respuesta del 4,8%). Se recibieron un total de 331 encuestas, lo que resultó una tasa de respuesta global del 3,9%.

Para introducir y almacenar las respuestas de los cuestionarios se desarrolló una base de datos en Microsoft Access®, con el objeto de reducir el tiempo de introducción y la probabilidad de error humano. Esta base de datos se elaboró con menús desplegables, cuadros de lista para selecciones múltiples y escalas de calificación que automáticamente codificaban los datos en tablas. Las encuestas con más del 30% de ausencia de datos y las que estaban fuera del ámbito de la investigación, se

eliminaron. Las obras en las que se recibieron respuesta por parte de promotor y constructor se combinaron en un único cuestionario, obteniéndose al final un total de 204 obras.

Una descripción exhaustiva de la elaboración y distribución de la encuesta norteamericana se puede encontrar en las siguientes referencias:

- Esmaili, B., Franz, B., Messner, J., Leicht, R., Molenaar, K.(2012). «Owner’s guide to maximizing success in integrated projects. A summary of study performance metrics». *White Paper for industry advisory panel use only. Charles Pankow Foundation and the Construction Industry Institute.*
- Esmaili, B., Franz, B., Molenaar, K., Leicht, R., Messner, J. (2013). «A review of critical success factors and performance metrics on construction projects». *Canadian Society for Civil Engineering, Montreal, Canada.*
- Franz, B.(2014). «Modeling the role of team integration and group cohesion in construction project performance». Ph.Dissertation, The Pennsylvania State University, United States -Pennsylvania.
- Franz, B., Esmaili, B., Leicht, R., Molenaar, K., Messner, J. (2014). «Exploring the role of the team environment in building project performance». *Construction Research Congress, Atlanta, Estados Unidos.*
- Molenaar, K., Leicht, R., Messner, J., Franz, B., y Esmaili, B. (2015). «Examining the role of integration in the success of building construction projects». *Charles Pankow Foundation and Construction Industry Institute, Vancouver, WA, 170 pp.*
- Leicht, R., Franz, B., Messner, J., Molenaar, K., Esmaili, B.(2015). «Maximizing success in integrated projects: An owner’s guide» Version 0.9, May. Disponible en <http://bim.psu.edu/delivery>.

### **3.4 La encuesta elaborada en España**

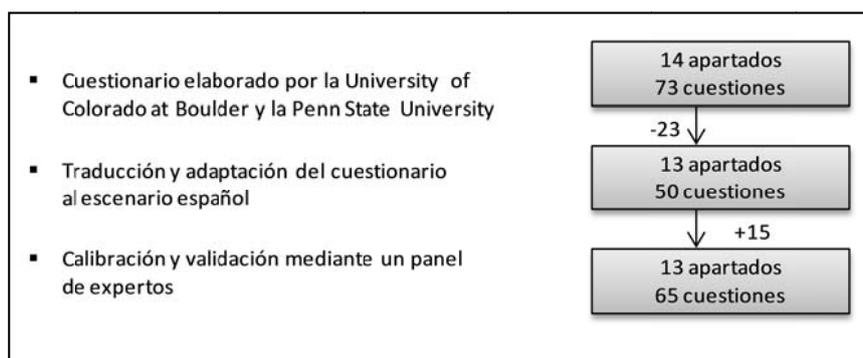
#### **3.4.1 Traducción y adaptación del cuestionario**

La encuesta elaborada en los Estados Unidos se traduce y se adapta al marco español. La adaptación se realiza en dos pasos consecutivos y se muestra en la Figura 7.

En un primer paso se eliminan de la encuesta todas aquellas preguntas que no tienen respuesta en el escenario español, como son las relacionadas con las estrategias de contratación (proyecto-obra, dirección integrada de proyecto y proyectos integrados) muy comunes en los Estados Unidos, pero utilizadas en raras ocasiones o prácticamente desconocidas en la construcción de viviendas residenciales en España,

tal y como se ha demostrado en el capítulo 2. La mayoría de estas cuestiones, se incluyen en el apartado dos del cuestionario americano, por esta razón en el cuestionario español este apartado no aparece. Esta primera adaptación da como resultado una encuesta estructurada en trece apartados, con 50 cuestiones.

El segundo paso consistió en una validación de expertos para que con su experiencia, adecuaran las preguntas a los objetivos de la investigación, detectaran la necesidad de alguna pregunta o elemento clave y verificaran la comprensión de las preguntas. El conjunto de expertos estaba formado por diez profesionales que llevaban trabajando más de quince años en el sector público y privado de la construcción español y con formación universitaria principalmente en la ingeniería -civil (3), industrial (1) y agronómica (1)- y la arquitectura -arquitectos (3) y arquitectos técnicos (2)-. A cada uno de ellos, se les envió el cuestionario traducido por correo electrónico, en el que se les informaba del objeto de la investigación y se proporcionaba un listado de cuestiones para que valoraran si las preguntas del cuestionario estaban claramente expresadas, eran comprensibles y si creían que se debía añadir o eliminar alguna pregunta en relación con el tema de estudio.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7: Adaptación del cuestionario español**

La validación se tradujo en pocos cambios en el cuestionario. Aunque se añadieron 15 preguntas, la mayoría suponían cambios menores ya que eran preguntas abiertas para ampliar preguntas ya formuladas; así por ejemplo, en el apartado en que se solicitaban las fechas previstas y las fechas reales en el diseño y la construcción, los expertos consideraron interesante añadir una pregunta abierta para que el encuestado pudiera explicar, en caso de haberse producido retrasos, las causas de los mismos. De la misma forma, también se añadió una pregunta abierta en el apartado de costes para obtener más información en el caso en que se hubieran producido desviaciones entre los costes contratados y los costes finales.

Los cambios más importantes propuestos por los expertos fueron tres. En primer lugar, propusieron añadir una pregunta para identificar la tipología del promotor. En el

sector de la edificación se pueden distinguir dos tipos de promotores, el tradicional, que externaliza el contrato del diseño a un arquitecto y el contrato de la ejecución de la obra a una empresa de construcción, y el promotor-constructor que decide actuar por sí mismo como contratista general (generalmente a través de una empresa del mismo grupo empresarial) y contrata el diseño a un arquitecto. A este tipo de promotor se le asignó la etiqueta de "integrado" ya que aunque subcontraten normalmente los servicios de diseño, demuestran una mayor integración que los promotores que externalizan tanto el diseño como la construcción; a estos últimos se les asignó la etiqueta de "no integrado". Esta pregunta se añadió en el apartado del cuestionario correspondiente a la licitación.

Otro cambio importante propuesto por los expertos fue el de añadir la figura de la dirección facultativa, en todas aquellas preguntas relacionadas con el equipo de trabajo. La dirección facultativa está formada por los técnicos competentes, designados por el promotor, que se encargan de la dirección y del control de la ejecución de la obra. En las obras de edificación la dirección facultativa está formada por el director de obra y el director de la ejecución de la obra. El director de obra es el agente que dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto. El director de la ejecución de la obra es el agente que asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Esta figura (dirección facultativa) no existe en el escenario norteamericano, pero sin embargo es una figura muy importante en el equipo de trabajo durante la construcción de obras, en el escenario español. Los expertos también consideraron interesante preguntar al encuestado por su opinión con respecto a si con otras estrategias de contratación más integradas, los resultados obtenidos hubieran sido mejores a los que habían obtenido con la estrategia tradicional. Esta pregunta se añadió en el último apartado del cuestionario relacionado con el conocimiento adquirido.

Finalmente la adaptación del cuestionario norteamericano al marco español da como resultado una encuesta que incluye 65 cuestiones y se estructura en trece apartados. El modelo de encuesta utilizado puede consultarse en el Anexo A. Para facilitar más adelante la comparación de los resultados entre las investigaciones de ambos países, se mantiene en el cuestionario la misma estructura y numeración de las preguntas que en el cuestionario americano. Las preguntas que aparecen en color rojo son las preguntas añadidas por los expertos. El cuestionario se elabora para ser completado por las dos figuras más importantes en el proceso de diseño y construcción del edificio, el promotor (propietario) y el constructor (contratista principal).

### 3.4.2 Escala de medición

El cuestionario contiene varios tipos de preguntas que requieren el uso de múltiples niveles de medición de acuerdo con el tipo de variable (Cohen et al. 2011): variables cuantitativas continuas que se expresan numéricamente y pueden contener cifras decimales, variables cualitativas nominales que se convierten en cuantitativas asignando números a las categorías y, finalmente, variables cualitativas ordinales (escalas Likert de 6 puntos).

El cuestionario utiliza la escala Likert, para medir la frecuencia o intensidad de las características subjetivas que no se pueden medir directamente como es la calidad y las características del ambiente del equipo principal que interviene en el proceso proyecto-construcción. Sin embargo, a diferencia de una escala Likert habitual, no se describe de manera explícita o etiqueta cada categoría de respuesta, optando en su lugar por representar la escala con círculos equidistantes definiendo en los extremos los adjetivos apropiados para cada variable en estudio, lo que permite que la escala aparezca continua desde la perspectiva del entrevistado (Franz, et al. 2014). De este modo, una vez terminado el cuestionario, cada ítem puede ser analizado separadamente. Aplicando esta técnica se obtiene la puntuación o posición espacial para el significado de ese concepto de cada persona entrevistada. En la Tabla 5 se muestra un ejemplo de la construcción de la escala Likert de 6 puntos para medir las características del equipo.

**Tabla 5: Características del equipo. Ejemplo de construcción de la escala Likert de 6 puntos**

Experiencia previa como equipo	(bajo) 1○	2○	3○	4○	5○	6○ (alto)
Química	(pobre) 1○	2○	3○	4○	5○	6○ (excelente)
Puntualidad de las decisiones del promotor	(nunca) 1○	2○	3○	4○	5○	6○ (siempre)
Capacidad del promotor para tomar decisiones	(bajo) 1○	2○	3○	4○	5○	6○ (alto)
Sustituciones y abandonos	(bajo) 1○	2○	3○	4○	5○	6○ (alto)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3 Contenido del cuestionario

Los apartados del cuestionario son los siguientes: el apartado uno describe las características de la obra. El apartado dos se elimina al adaptar el cuestionario norteamericano al escenario español. Los apartados tres, cuatro y cinco recogen los resultados cuantitativos de la obra en cuanto a costes, plazos y calidad respectivamente. Los apartados seis y siete recogen los datos de seguridad, sostenibilidad y sistemas de gestión utilizados en la construcción. Los apartados ocho y nueve describen la licitación y el contrato. Los apartados diez y once describen el comportamiento del equipo y la interacción entre los participantes. El apartado doce detalla los procesos y la tecnología utilizada. El apartado trece valora, desde el punto

de vista del promotor, el éxito general de todo el proceso de diseño y construcción del edificio. Por último, el apartado catorce recoge las opiniones de los participantes sobre el conocimiento y la experiencia alcanzados una vez finalizado todo el proceso de construcción del edificio.

#### *3.4.3.1 Apartado 1: Características de las obras*

En este apartado se recoge la información que identifica y localiza la obra, los datos de contacto del entrevistado y su función durante la construcción. Para mantener la información proporcionada en estricta confidencialidad, estos datos se codifican dentro de la base de datos, protegida por contraseña y solo se utilizan como referencia en las conversaciones que se mantienen durante las entrevistas. En este apartado también se incluyen las características físicas de la obra en cuanto a superficie total construida, número de plantas, número de sótanos, tipo de cimentación y el volumen de obra que corresponde a nueva construcción o a reforma. En la parte final se preguntó al entrevistado, su valoración acerca del nivel de complejidad técnica de la obra.

#### *3.4.3.2 Apartado 3: Resultados (costes)*

En este apartado se recogen los costes contratados y finales tanto de construcción como los de todo el proceso del diseño y la construcción; a estos últimos se les denomina costes totales. Los costes de construcción no incluyen los costes de adquisición del terreno, mobiliario y otros que no sean propios de la construcción, pero sí que incluyen los costes externos a la huella del edificio, como la urbanización del entorno, en su caso. Los costes totales incluyen los costes de construcción, la redacción del proyecto y la dirección de la obra. En este apartado también se solicitó que se indicara qué parte de los costes de construcción se deben a los trabajos fuera del límite de la parcela.

#### *3.4.3.3 Apartado 4: Resultados (plazos)*

En este apartado se recogen las fechas previstas y las reales para el inicio y fin de la redacción del proyecto de diseño, inicio y finalización de la construcción y la fecha de puesta en servicio del edificio. La fecha real considerada para el inicio de la construcción es la fecha de la firma del acta de inicio de las obras, la fecha real de finalización de la construcción es la fecha de la certificación final de obra, y la fecha real de puesta en servicio se corresponde con la fecha de la licencia de primera ocupación.

#### 3.4.3.4 Apartado 5: Resultados (calidad)

El quinto apartado únicamente se solicitó al promotor; recoge los resultados de calidad en dos grupos de preguntas. El primer grupo incluye los resultados sobre la puesta en servicio del edificio; se le solicitó al promotor que calificara la dificultad de la puesta en marcha, el número y magnitud de quejas de los usuarios finales y el coste del mantenimiento y explotación del edificio. Las escalas de calificación estaban orientadas de tal manera que las puntuaciones más altas significan mayor dificultad en la puesta en marcha, un mayor número de quejas y mayores costes de operación y mantenimiento. El segundo grupo recoge la calificación del promotor sobre la calidad de las instalaciones, los elementos estructurales, el diseño del espacio interior, la estética del edificio y la calidad del ambiente interior en cuanto a la sensación e imagen y la satisfacción general con el edificio resultante. Por último se solicitó al promotor que calificara la carga administrativa que tuvo durante la construcción y las incidencias que se produjeron durante el periodo de garantía.

#### 3.4.3.5 Apartado 6: Resultados (seguridad)

Este apartado únicamente se solicitó al representante del constructor. Se le pidió que proporcionara el número de accidentes registrados y de accidentes con baja y estimara el volumen de mano de obra (número total de horas trabajadas en la obra por el total de trabajadores). Este dato se estima teniendo en cuenta una media de trabajadores a lo largo de la construcción multiplicada por el número de horas totales trabajadas. El número total de horas trabajadas se obtiene multiplicando el número de días laborables que hubo en el periodo de la construcción por las horas de una jornada laboral (1 jornada laboral = 8 horas ).

#### 3.4.3.6 Apartado 7: Resultados (otros)

El apartado séptimo recoge los resultados relacionados con aspectos medioambientales o de sostenibilidad y los sistemas de gestión utilizados.

#### 3.4.3.7 Apartado 8: Licitación

El apartado ocho recopila toda la información acerca de la licitación. Se preguntaron los criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar a los participantes y el procedimiento mediante el que se solicitaron las ofertas. Los criterios de selección se presentaron como una pregunta de selección múltiple que permite al entrevistado indicar cualquier combinación entre baja económica, honorarios, calidad, estética y funcionalidad, propuesta técnica, experiencia en obras similares y entrevista. Además se solicitó al promotor que indicara el peso (en porcentaje) de cada uno de los criterios seleccionados que se habían tenido en cuenta para la selección del constructor. Las

opciones para la participación en la licitación y adjudicación del contrato incluyen los siguientes procedimientos: abierto subasta, abierto concurso, restringido, negociado y adjudicación directa a un candidato único. Las preguntas sobre los criterios de selección, la licitación y adjudicación del contrato de arquitecto, dirección facultativa de obra y constructor se preguntaron únicamente al promotor. Las mismas cuestiones pero en relación a los subcontratistas, se preguntaron únicamente al constructor.

#### *3.4.3.8 Apartado 9: Contrato*

En este apartado se recogen las características del contrato. Se recopilan las condiciones de pago, si hubo algún tipo de incentivo o penalización en las cláusulas del contrato y si se incluyó el mantenimiento y explotación del edificio en el contrato de alguno de los participantes. Las condiciones de pago que se indican son el precio cerrado, el precio máximo garantizado, los precios unitarios y los costes más honorarios en valor fijo y en valor porcentual.

#### *3.4.3.9 Apartado 10: Características del equipo*

El décimo apartado recoge las características del equipo. El equipo lo forman los participantes más importantes que intervienen en las fases de diseño y construcción del edificio: promotor, arquitecto (y director de obra), constructor, subcontratistas de instalaciones (mecánicas, eléctricas y fontanería) y subcontratistas de estructuras (hormigón y metálicas). En este apartado se califica la experiencia en la construcción de edificios similares y la relación previa con el promotor de cada uno de los participantes del equipo. La experiencia y relación previa con el promotor del arquitecto, director facultativo y constructor se preguntó únicamente al promotor. La misma cuestión con respecto a los subcontratistas se preguntó únicamente al constructor. La experiencia trabajando como equipo, la calidad de las relaciones, el nivel de sustituciones y abandonos, la capacidad y la puntualidad del promotor para tomar decisiones y para comunicarlas al equipo, son otras características que se calificaron en este apartado tanto por el promotor como por el constructor. Esta sección también incluye datos sobre el espacio de trabajo compartido por el equipo durante la construcción de la obra.

#### *3.4.3.10 Apartado 11: Interacción entre los miembros del equipo*

Los datos sobre la formalidad y puntualidad de la comunicación, la frecuencia de las negociaciones, el modo de gestionar las contingencias e imprevistos que surgieron durante la construcción de la obra, el establecimiento de objetivos y el nivel de compromiso del equipo, se calificaron en este apartado tanto por el promotor como por el constructor para determinar la interacción entre los participantes del equipo.

#### *3.4.3.11 Apartado 12: Proceso y tecnología*

Este apartado recoge los procesos y la tecnología que cada una de las diferentes organizaciones utilizó durante el proceso de diseño y construcción del edificio. Incluye el número de reuniones que tuvieron lugar durante la fase de diseño y los participantes que estuvieron presentes, el tipo de aplicaciones informáticas para el tratamiento gráfico y modelado de la información de la construcción (BIM), y los participantes involucrados en su desarrollo. También se preguntó en este apartado, por el nivel de prefabricación utilizado en la obra y por las técnicas de control de programación.

#### *3.4.3.12 Apartado 13: Éxito*

En este apartado se solicitó al promotor que calificara el éxito general de todo el proceso proyecto-construcción del edificio, siendo ésta una de las cuestiones clave en la investigación. Se solicitó también en una pregunta abierta que explicara el porqué, del nivel de éxito o fracaso obtenido.

#### *3.4.3.13 Apartado 14: Conocimiento adquirido*

El último apartado incluye preguntas abiertas para que tanto promotor como constructor, expresen su opinión sobre cómo la obra podría haber sido entregada con más éxito, una vez finalizado todo el proceso de diseño y construcción del edificio. También se preguntó por las características singulares del edificio que podían haber influido en el resultado de los costes, plazos o la calidad final. Y por último se les pidió que dieran su opinión acerca de si con la utilización de otras estrategias de contratación más integradas (proyecto-obra, dirección integrada de proyecto y proyectos integrados) el resultado final podría haber sido más positivo.

### **3.4.4 Prueba piloto**

Antes de comenzar a utilizar el cuestionario y realizar la toma de datos, se realizó una prueba piloto, con el objeto de aplicar el cuestionario en condiciones lo más parecidas a la final y estimar el tiempo de duración necesario para completarlo. Esta prueba consistió en completar el cuestionario mediante una entrevista personal a un promotor y un constructor de un edificio residencial ya finalizado y puesto en servicio. La prueba piloto reveló la necesidad de obtener las respuestas a través de entrevistas cara a cara porque, de ese modo, se permite resolver dudas en tiempo real y facilita la cooperación de las personas entrevistadas debido a la presencia del entrevistador.

El resultado de esta prueba piloto permitió también al investigador detectar que el tiempo de duración de la entrevista era excesivamente largo. Con el fin de agilizar la

entrevista y reducir al máximo el tiempo de duración, se elaboró un fichero Excel que permitiera al entrevistado recopilar todos los datos de tipo cuantitativo y disponer de ellos en el momento de realizar la entrevista (Ver Anexo B). La prueba piloto también sirvió de adiestramiento del entrevistador (investigador) para familiarizarse con las preguntas del cuestionario.

#### **3.4.5 Selección de la muestra**

El proceso de ponerse en contacto con los encuestados comenzó con una llamada telefónica a diferentes asociaciones de promotores inmobiliarios (Asociación Provincial de Promotores Inmobiliarios y Agentes Urbanizadores de Valencia (APCV) y Asociación de Promotores Inmobiliarios, Constructores y Agentes Urbanizadores de La Safor (APCSAFOR)). A partir del contacto establecido con algunos promotores que aceptaron participar en la investigación, se utilizó el proceso de muestreo de bola de nieve (Coleman 1958; Goodman 1961; Spreen 1992). Este tipo de técnica funciona en cadena; el investigador pidió ayuda a estos promotores para establecer contacto con más promotores o constructores que estuvieran dispuestos a participar en la investigación, y así sucesivamente, hasta que se obtuvo un total de 68 entrevistados. Los encuestados fueron 35 promotores privados (o directores de proyectos que trabajan para ellos) y 33 constructores (o sus representantes) con, al menos 10 años de experiencia profesional. Para evitar sesgos, se pidió a los encuestados completar la encuesta para su obra más reciente. Hubo un par de encuestados (promotor y constructor) por cada obra elegida, siendo 35 el número total de edificios residenciales encuestados, todos ellos finalizados después de 2005. Sin embargo, dos de ellas fueron descartadas debido a falta de datos por parte de los constructores, otra se eliminó por falta de fiabilidad de las respuestas de los entrevistados, y la cuarta se descartó por las características periféricas de la obra; esta última era un rascacielos (43 alturas) con un diseño especial resultando un dato demasiado singular. Por lo tanto, la muestra final se compone de 31 obras (con un total de 62 entrevistas estructuradas).

#### **3.4.6 Recogida de los datos**

La toma de los datos, mediante las entrevistas personales, se realizó en tres fases. En primer lugar se realizó una llamada telefónica al encuestado para explicarle el objeto de la investigación, el propósito de la entrevista y solicitar su colaboración. En segundo lugar se le envió un correo electrónico para concertar la fecha, hora y el lugar de la entrevista. En este correo se le adjuntaba un fichero Excel para completar los datos cuantitativos necesarios y disponer de ellos en el momento de realizar la encuesta, de manera que permitiera agilizar la entrevista y reducir el tiempo de duración de la misma. Por último se realizaron las entrevistas, cara a cara, en su mayoría en las oficinas del entrevistado y en alguna ocasión, debido a la situación

geográfica, se realizaron por conversación telefónica. La duración aproximada fue de entre 90 y 120 minutos.

#### **3.4.7 Organización de los datos**

Las encuestas pertenecientes a un promotor y constructor de una misma obra, se combinaron en un solo caso, con el objeto de obtener un único cuestionario por cada obra encuestada. Para resolver las discrepancias entre los encuestados se estableció un protocolo. En el caso de detectar alguna inconsistencia en los datos cuantitativos, especialmente en los costes o fechas, se realizó un seguimiento mediante llamadas telefónicas y correos electrónicos a los promotores o sus representantes, por disponer de más información y de un mayor conocimiento de todo el proceso. Para resolver las respuestas contradictorias de los datos cualitativos con categorías nominales, se estableció el criterio de elegir la respuesta del promotor en las preguntas que trataban del proceso en general o elegir la del constructor en los casos en que la pregunta tratara de un hecho ocurrido durante la construcción. Para los datos cualitativos derivados de escalas ordinales, se utilizó la calificación media de los dos encuestados en cada obra, con la excepción de las calificaciones de calidad ya que todas las ellas reflejan únicamente la opinión del promotor. El protocolo seguido para resolver las discrepancias se muestra en el Anexo C.

Los datos del nuevo cuestionario se introdujeron y almacenaron en la misma base de datos de Microsoft Access® desarrollada en los Estados Unidos por el equipo de la *University of Colorado at Boulder*. Antes de introducir las respuestas de la encuesta, a cada obra se le asignó un número de identificación único. La base de datos se protegió con contraseña, a la que solo tenía acceso el equipo investigador, para mantener la información en estricta confidencialidad.

#### **3.4.8 Preparación de los datos**

Antes de realizar el análisis se prepararon los datos, para ello se importaron a una hoja de cálculo de Microsoft Excel®, porque este tipo de programas proporciona una gran variedad de opciones de cálculo y facilita en gran medida la visualización y manipulación de los datos. La importación se realizó sincronizando la base de datos de Microsoft Access® con una hoja de cálculo de Microsoft Excel®. Se creó un vínculo entre la base de datos del archivo Access y la del archivo Excel de manera que todo lo que se modificara en el primero quedara reflejado en el último. De este modo, al introducir cambios o nuevos registros no era necesario importar constantemente los datos, simplemente era suficiente con modificar el archivo original.

Para preparar los datos se realizó en primer lugar una depuración de los datos. En segundo lugar se actualizaron los costes para poder comparar las obras construidas en

diferentes años, bajo condiciones económicas variables. A continuación se completaron todas las fechas para incluir día, mes y año. Por último, se realizaron los cálculos para obtener las métricas de resultado de costes y plazos.

#### 3.4.8.1 *Depuración de los datos*

La depuración de los datos consistió en descartar los casos en que los cuestionarios se encontraran incompletos, no se tuviera fiabilidad de las respuestas emitidas o se identificaran como casos atípicos. Como se ha comentado anteriormente en el apartado 3.4.5, se descartaron cuatro casos.

#### 3.4.8.2 *Actualización de los costes*

Para actualizar los costes, se calculó el índice que se obtiene mediante las formulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras, publicadas en el Real Decreto 1359/2011 (Ministerio de Economía y Hacienda 2011b). La fórmula que se utilizó fue la número 811 de *Obras de Edificación General*, establecida en el anexo II del R.D. 1359/2011 (ver Figura 8). El cálculo del índice de revisión de precios se realiza introduciendo en la fórmula, los valores de los índices de precios de los materiales básicos, publicados oficialmente en el Boletín Oficial del Estado (Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas 2015). Puesto que el RD 1359/2011 entró en vigor el 26 de diciembre de 2011, para el cálculo del índice de obras licitadas con anterioridad se utilizó en su sustitución, los índices de precios industriales publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2015b), de acuerdo con la disposición transitoria segunda del R.D. 1359/2011. En muchos casos los índices de precios industriales publicados no se corresponden directamente con el índice de precios de los materiales básicos que hay que introducir en la fórmula y es necesario realizar un supuesto; así por ejemplo, el material "Productos Químicos" (Q) que aparece en la fórmula-tipo, no se publica directamente y en su lugar se seleccionó el índice 2030 *Fabricación de Pinturas, Barnices y Revestimientos Similares; Tintas de Imprenta y Masillas*, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2015b). Supuestos similares fueron necesarios para otros materiales básicos como Focos y Luminarias (F) y Materiales Electrónicos (T).

<b>R.D. 1359/2011</b>	
<b>Anexo II</b>	
<b>8. OBRAS DE EDIFICACIÓN</b>	
<b>Fórmula 811. Obras de edificación general</b>	
$K_t = 0,04A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,08C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,03L_t/L_0 + 0,08M_t/M_0 + 0,04P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,15S_t/S_0 + 0,02T_t/T_0 + 0,02U_t/U_0 + 0,01V_t/V_0 + 0,42$	
<p>El subíndice t representa los valores de los índices de precios de cada material para el mes en el que se hace la revisión.</p> <p>El subíndice o representa los valores de los índices de precios de cada material para el mes en el que se adjudicó el contrato</p>	
<u>Símbolo</u>	<u>Material</u>
A	Aluminio
B	Materiales bituminosos
C	Cemento
E	Energía
F	Focos y luminarias
L	Materiales cerámicos
M	Madera
P	Productos plásticos
Q	Productos químicos
R	Áridos y rocas
S	Materiales siderúrgicos
T	Materiales electrónicos
U	Cobre
V	Vidrio

Fuente: RD 1359/2011 (Ministerio de Economía y Hacienda 2011b)

**Figura 8: Fórmula de revisión de precios para obras de edificación general**

Por otro lado, se calculó otro indicador para actualizar los costes, el índice de precios de consumo (IPC), una medida estadística de la evolución de los precios de los bienes y servicios que consume la población residente en España. El cálculo del IPC lo elabora mensualmente el Instituto Nacional de Estadística (INE 2015c) y se publica a mediados del mes siguiente al que se realiza el cálculo de acuerdo a un calendario de publicación de datos elaborado anualmente.

Los resultados obtenidos para ambos índices se compararon y se observó que la diferencia era muy pequeña; véase un ejemplo en la Tabla 6, en la que se muestra el cálculo del índice de revisión de precios para todos los meses del año 2003 con respecto al mes de marzo de 2015, el último publicado en el momento de la depuración y preparación de los datos. Por este motivo, se decidió utilizar como indicador para actualizar los costes el índice de precios de consumo (IPC), que si bien presentaba valores un poco más elevados, se disponían de los datos necesarios y no era necesario realizar ningún supuesto para obtener su valor.

**Tabla 6: Diferencia entre el IPC y el índice de revisión de precios**

Año 2003	Kt <sub>(marzo 2015)</sub>	IPC <sub>(marzo 2015)</sub>	Diferencia (IPC-Kt)
Enero	1,210651160	1,30939920	0,09874804
Febrero	1,207293908	1,30661139	0,09931749
Marzo	1,205504902	1,29760824	0,09210334
Abril	1,207237101	1,28713836	0,07990126
Mayo	1,209520419	1,28833045	0,07881003
Junio	1,212487448	1,28748781	0,07500037
Julio	1,208716231	1,29561006	0,08689383
Agosto	1,212559610	1,28968416	0,07712455
Septiembre	1,208350234	1,28585338	0,07750315
Octubre	1,205966506	1,27724251	0,07127600
Noviembre	1,206108966	1,27309668	0,06698772
Diciembre	1,207481916	1,27090998	0,06342806

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, debido a la falta de datos para aplicar los índices de revisión de precios así como la escasa diferencia entre estos y el IPC, el valor del coste actualizado se obtuvo de multiplicar el coste que se quiere actualizar por un factor corrector que tiene en cuenta la variación del IPC entre el mes en el que comienzan las obras y el correspondiente al del mes de marzo de 2015, el último publicado en el momento de la depuración y preparación de los datos. El factor corrector es una medida adimensional cuyo cálculo se muestra en la Ecuación (3-1).

$$\text{Factor corrector costes} = \frac{IPC_{\text{marzo 2015}}}{IPC_{\text{mes que comienzan las obras}}}$$

(3-1)

#### 3.4.8.3 Actualización de las fechas

La actualización de las fechas consistió en completar todas las fechas para incluir día, mes y año. En los casos en que el encuestado solo indicó el mes y año por desconocer con exactitud el día, se utilizó el primer día del mes para realizar los cálculos que hicieran referencia a los plazos.

#### 3.4.8.4 Cálculo de las métricas de rendimiento de costes y plazos

Para el cálculo de las métricas de costes y plazos, se añadieron nuevas columnas en el archivo Excel. Las métricas de rendimiento de costes que se obtuvieron son: coste unitario (*Unit Cost*); intensidad (*Intensity*); incremento del coste de construcción (*Construction Cost Growth*) e incremento de coste total del proceso de proyecto-construcción (*Project Cost Growth*). Las métricas de rendimiento de plazos que se obtuvieron son: velocidad de construcción (*Construction Speed*), velocidad total (*Delivery Speed*) y los incrementos de plazos de la construcción (*Construction Schedule Growth*) y del total del proceso de diseño y construcción (*Project Schedule Growth*).

### **3.4.9 Variables de entrada, de resultados y de decisión**

Las variables que contenía el cuestionario se clasificaron para facilitar su identificación y seleccionar las que podrían aplicarse para el alcance de los objetivos de la investigación. Las variables se clasificaron en tres grupos: variables de entrada, variables de resultado y variables de decisión. En este apartado se explica cada una de estas variables con el fin de describir la forma en que se mide el éxito y la integración.

Las variables de entrada son las que describen las características físicas y contextuales de los edificios objeto del estudio. Ejemplos de estas variables son el tipo de cimentación, la superficie del edificio, el número de plantas y sótanos y otros elementos físicos que describen las características del edificio.

Las variables de resultado son las que definen el éxito en el proceso de diseño y construcción del edificio. Estas variables se conocen también como factores de éxito. Las definiciones de estas variables variarán según el escenario que se esté analizando y las perspectivas de las partes interesadas. Por ejemplo, los promotores a menudo buscan un cierto nivel de calidad como el principal motor cuando van a poseer una instalación y el cumplimiento de un plazo o bien por necesidad de ocupación definitiva o para generar ingresos. Los contratistas también valoran la calidad y el plazo, pero desde su perspectiva de negocio el coste es el principal factor para definir el éxito. En ambos casos, la ausencia de cualquier reclamación o procedimientos legales es uno de los principales criterios para medir el éxito. Las variables de resultado son las que incluyen los resultados obtenidos de costes, plazos, calidad, seguridad, sostenibilidad y éxito. Aunque el cuestionario recoge datos de rendimiento relacionados con la seguridad y la sostenibilidad, estos resultados se omitieron en esta etapa del análisis de correlación porque no se utilizaron para esta investigación.

Las variables de decisión son las que contribuyen a explicar las variables de resultado en relación con el enfoque de la investigación, en la que se explora cómo la integración y el comportamiento del equipo influye en el éxito del proceso de diseño y construcción de un edificio. Estas variables incluyen las decisiones del promotor que pueden influir en la definición del proceso proyecto-construcción del edificio (licitación y contrato) y en el comportamiento del equipo (características e interacción del equipo y la tecnología utilizada). Ejemplos de estas variables son la elección del procedimiento de adjudicación, los criterios de selección de los participantes, las condiciones de pago de los contratos, el tipo de relación del promotor con el equipo, la experiencia previa del equipo como una unidad, la química del equipo, la puntualidad de las decisiones de los promotores, la capacidad de decisión del promotor, la participación de los usuarios finales, el espacio de trabajo compartido, la comunicación formal vs. informal, la frecuencia en las negociaciones, la puntualidad de la comunicación, la gestión de los imprevistos, y el compromiso con los objetivos del obra.

En el Anexo D se incluye una tabla con la clasificación, la descripción y el tipo de variables anteriormente definidas.

### **3.5 Estadística descriptiva**

Para describir en unas pocas medidas las principales características del conjunto de datos, de forma que estas medidas reflejen lo más fielmente las principales peculiaridades de dicho conjunto, se realizó un análisis mediante estadística descriptiva.

La muestra es la selección adecuada de un grupo de individuos de la población, la descripción de las características de estos individuos es el objetivo de la estadística descriptiva (Martín et al. 2007). En la exploración de datos las técnicas a usar dependen del tipo de variable, el cual está íntimamente asociado a la escala de medición (escala nominal, escala ordinal, escala intervalar y escala de razón). Para variables cuantitativas se usan medidas resumen tales como medias, desviación estándar, mínimos y máximos, e histogramas y gráficos de barras, mientras que para variables cualitativas o categorizadas se usan porcentajes y gráficos de sectores y de diagramas de barras (Peña y Romo 1997). En este estudio la muestra se compone de 31 edificios residenciales de promoción privada finalizados entre 2005 y 2013. Los datos se recogieron a través de un cuestionario estructurado mediante entrevistas personales al representante del promotor y al constructor de cada una de las obras. Estos datos se examinaron y se depuraron antes de aplicar la estadística descriptiva. El análisis de los datos se realizó utilizando el software IBM SPSS Statistics (versión 16.0). El cuestionario contiene varios tipos de preguntas que incluyen variables cuantitativas continuas y variables cualitativas nominales y ordinales (escala Likert de 6 puntos). Para las variables cuantitativas continuas y las cualitativas ordinales se obtienen los parámetros estadísticos: máximo, mínimo, mediana, valores medios y la desviación típica. Para las variables nominales se calculó la frecuencia relativa. El análisis e interpretación de los resultados se hace siguiendo la estructura del cuestionario. Por último, se sacan las conclusiones derivadas de los datos obtenidos y se tienen en cuenta las limitaciones impuestas por los métodos empleados.

### **3.6 Análisis de correlación**

El cuestionario recoge un gran número de variables de decisión y de resultado. Para facilitar de algún modo la identificación y selección de las variables de decisión que son indicadores de la integración y el comportamiento del equipo y las variables de resultado que pueden definir el éxito del obra, se plantea una investigación exploratoria de las relaciones entre estas variables, mediante un análisis de correlación.

Las relaciones entre variables, cuando las variables son cuantitativas y existe relación lineal entre ellas, se calculan con el coeficiente de correlación de Pearson. En el caso de que las variables no sean cuantitativas o no exista relación lineal entre ellas, es más adecuado obtener el coeficiente de correlación de Spearman (Field 2013). Las variables de decisión y resultado, obtenidas en el cuestionario son variables cuantitativas continuas y variables cualitativas nominales y ordinales, por lo tanto, el análisis correlacional realizado en la investigación utilizará, correlaciones bivariadas con el coeficiente de correlación rho de Spearman no paramétrico, utilizando el software SPSS. Antes de realizar el análisis, será necesario convertir las variables nominales en dicotómicas, para que las características que poseen sean numéricas.

El coeficiente de correlación de Spearman se interpreta del mismo modo que el coeficiente de correlación de Pearson; en ambos casos se siguen las mismas normas de interpretación. El coeficiente solamente toma en cuenta valores entre 1 y -1. Los valores cercanos a 1 indican una correlación muy buena y los cercanos a cero una correlación mínima o nula. El valor numérico indica la magnitud de la correlación. El coeficiente de correlación cuantifica la correlación entre dos variables, cuando la relación realmente existe. El hecho de que exista correlación entre las variables no implica que exista causalidad o dependencia entre ellas (Abdi 2009; Lewis 2004). El signo del coeficiente indica la dirección de la correlación. Cuando el signo es positivo refleja una correlación directa; mientras más altos sean los valores de una variable más altos serán los de la otra variable. Cuando el signo es negativo refleja una correlación inversa; mientras más altos sean los valores de una variable más bajos serán los de la otra variable. La interpretación de los valores de los coeficientes de correlación según el rango de valores se muestra en la Tabla 7. Para interpretar si la correlación es significativa el nivel de significación ( $p$ ) del coeficiente de correlación de Pearson y Spearman debe ser menor a 0,05. Cuanto menor sea el nivel de significación, más fuerte será la evidencia de que un hecho no se debe a una mera coincidencia (al azar) (Montgomery 2012).

**Tabla 7: Interpretación del coeficiente de correlación**

Rango de valores del coeficiente	Interpretación de los valores del coeficiente
0,0	Relación nula
Entre 0,0 y 0,2	Relación muy baja
Entre 0,2 y 0,4	Relación baja
Entre 0,4 y 0,6	Relación moderada
Entre 0,6 y 0,8	Relación alta
Entre 0,8 y 1,0	Relación muy alta
1,0	Relación perfecta

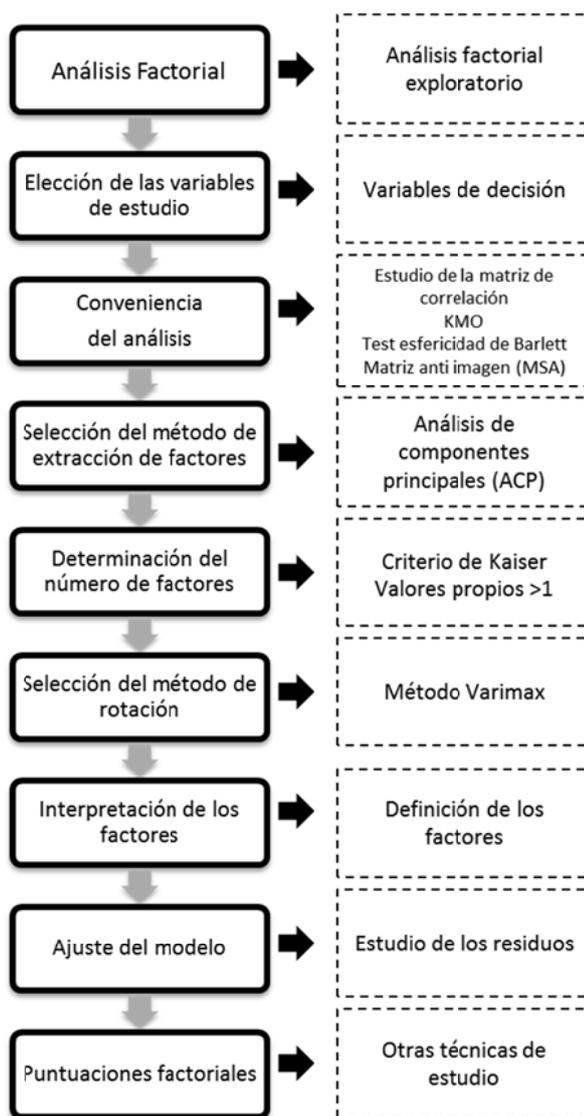
Fuente: Elaboración propia

Del análisis de correlación se observó que ocho variables de decisión se correlacionaron significativamente con algunas variables de resultado. Tres de estas

variables de resultado, sobresalieron como las mejores medidas del éxito general: la satisfacción general, el número y magnitud de las quejas y el éxito en el proceso del diseño y construcción del edificio. Sin embargo estas correlaciones de forma aislada tienen poco valor para explicar el éxito e inspirar cuestiones más prácticas. No obstante, también se observaron correlaciones significativas entre estas variables de decisión y otras ocho variables de decisión, en total 16 variables de decisión, lo que sugiere que una combinación de estas variables puede explicar mejor el éxito y aumentar la posibilidad de obtener mejores resultados. Para comprender las relaciones entre estas variables y obtener un número más reducido de componentes que puedan explicar el éxito, se plantea la necesidad de técnicas multivariantes como el análisis factorial.

### **3.7 Análisis de componentes principales**

El propósito de un análisis factorial es resumir la información contenida en una serie de variables originales en una serie más pequeña de valores teóricos (factores) nuevos con la mínima pérdida de información. El análisis puede lograr sus propósitos desde una perspectiva exploratoria o confirmatoria, según se pretenda reducir el número de variables para simplificar el análisis posterior por otras técnicas (análisis exploratorio) o buscar una estructura entre una serie de variables para probar las hipótesis de una investigación previa mediante un análisis confirmatorio (Hair et al. 2013). En esta investigación se utiliza el análisis factorial como técnica estadística desde un punto de vista exploratorio con el objetivo de reducir el número de variables identificadas, que pueden influir en la integración y el comportamiento colaborativo del equipo para simplificar su análisis posterior. En la Figura 9 se muestran los pasos seguidos para realizar el análisis factorial. El diseño ha sido configurado a partir de las aportaciones de Hair (2013) y Martin et al. (2007).



Fuente: Elaboración propia adaptado de (Hair et al. 2013; Martín et al. 2007)

**Figura 9: Fases de cálculo en el análisis factorial**

Antes de realizar el análisis es necesario determinar la conveniencia del análisis factorial. Para ello se calcula la matriz de correlación entre las variables, a partir de las correlaciones de la matriz de datos originales. El análisis factorial es apropiado si en la matriz de correlación hay un número sustancial de correlaciones mayores que 0,30 (Hair et al. 2013) y el determinante de la matriz de correlación, indicador del grado de interrelaciones, es mayor de  $10^{-5}$  (Field 2013).

Otra manera de determinar la conveniencia del análisis es mediante el contraste de esfericidad de Barlett, una prueba estadística que se utiliza para comprobar que la matriz de correlaciones es la matriz identidad (Hair et al. 2013). La medida de Bartlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones original es una matriz de identidad. Si la matriz de correlación fuera una matriz de identidad entonces todos los

coeficientes de correlación serían cero. Una prueba significativa indica que la matriz de correlación no es una matriz de identidad; es decir, que hay algunas relaciones entre las variables y por lo tanto el análisis factorial es apropiado. Esta prueba es significativa si se obtiene un valor de significación inferior a 0,05 (Field 2013).

Otra medida para conocer el grado de interrelaciones entre la variables y la conveniencia del análisis es la medida de adecuación de la muestra KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*), un índice que compara las magnitudes de los coeficientes de correlación observados con las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial. Este índice comprende valores entre 0 y 1, los valores por debajo de 0,5 de este índice, desaconsejan la idoneidad del análisis factorial (Hair et al. 2013).

Por último, para determinar la conveniencia del análisis se observa la matriz de correlaciones anti-imagen, que contiene los valores negativos de los coeficientes de correlación parcial. El valor de este coeficiente indica la fuerza que hay entre dos variables eliminando la influencia de las otras variables. En la diagonal principal de esta matriz se indican los valores de una medida de adecuación de la muestra (MSA) para variables individuales. El MSA se puede interpretar como el KMO, si los valores son bajos (por debajo de 0,5), se desaconseja el análisis factorial. Si este valor bajo se da en unas pocas variables, se puede plantear eliminar estas variables del análisis factorial (Martín et al. 2007).

Una vez que se ha determinado la idoneidad del análisis factorial, se debe seleccionar el método para la extracción de los factores (Martín et al. 2007). La selección del método de extracción dependerá del objetivo de la investigación. El análisis de componentes principales se utiliza cuando se pretende resumir la mayoría de la información original (varianza) en un número reducido de factores que puedan representar a las variables originales (Hair et al. 2013). En esta investigación, el objetivo es condensar el número de variables identificadas que pueden influir en la integración y el comportamiento colaborativo del equipo en un menor número de factores que puedan explicar su influencia en el éxito. Es por este motivo, que se selecciona como método de extracción de factores, el análisis de componentes principales (ACP).

El ACP condensa la matriz de correlación en unas componentes principales. Se pueden extraer tantas componentes principales como variables originales haya, pero el objetivo es obtener el mínimo número de variables que expliquen un máximo de variabilidad total. (Martín et al. 2007). La mayoría de componentes extraídas serán poco importantes, para determinar la importancia de una componente principal se observa la magnitud del valor propio asociado. Kaiser establece el criterio de que los valores propios superiores a 1 se deben considerar los componentes principales; con este criterio se determina qué factores se retienen y cuales se descartan (Field 2013).

Los factores extraídos explicarán una proporción igual al porcentaje acumulado correspondiente al último factor de la variabilidad total (Martín et al. 2007). Se considera satisfactoria una solución que represente un 60% de la varianza total (Hair et al. 2013).

La comunalidad es la proporción de la varianza común dentro de una variable. En el análisis de componentes principales el supuesto inicial es que la totalidad de la varianza asociada con una variable es la varianza común, por lo tanto, antes de la extracción el valor de todas las comunalidades es 1 (Field 2013). Una vez que se han extraído los factores, la comunalidad representa la proporción de varianza con la que contribuye cada variable a la solución final. Comunalidades inferiores a 0,5 indican que la variable está pobremente representada en la solución factorial. Si la variable no es muy importante podría eliminarse y proceder a realizar un nuevo análisis excluyendo esa variable (Hair et al. 2013).

Una vez que se han extraído los factores, se les debe atribuir algún significado. Este proceso implica interpretar cada uno de los factores y asignarle un nombre que recoja a todas las variables que tienen una relación. La interpretación es más sencilla si se hace que los factores roten. La rotación de factores consiste en hacer girar los ejes de coordenadas que representan a los factores hasta conseguir que se aproximen al máximo a las variables en que están saturadas (Martín et al. 2007). La rotación de los factores puede ser ortogonal u oblicua. La más utilizada es la rotación ortogonal por estar más extendida en todos los programas informáticos de análisis factorial. Entre los diferentes métodos que existen de rotación ortogonal, el método Varimax minimiza el número de variables con cargas altas en un factor; es el que ha demostrado tener más éxito como aproximación analítica para lograr una rotación ortogonal de factores (Hair et al. 2013). Para facilitar todavía más la interpretación, la matriz de los factores rotados se puede ordenar de tal forma que se agrupen las variables con cargas altas en un factor y no aparezcan las cargas factoriales bajas (Martín et al. 2007). Cargas factoriales inferiores a  $\pm 0,30$  se consideran bajas, las cargas de  $\pm 0,40$  se consideran importantes y a partir de  $\pm 0,50$  se consideran significativas (Hair et al. 2013). Por su mayor presencia en los programas informáticos de cálculo y su mejor aproximación analítica, el método Varimax es el que se ha seleccionado en la investigación para realizar la rotación de factores. En la matriz resultante (matriz de componentes rotados) se eliminan de los factores las variables con cargas inferiores a  $\pm 0,40$ , con la finalidad de facilitar la interpretación de los factores.

Una vez reducido el conjunto de variables a un conjunto de factores, se pueden obtener las puntuaciones factoriales. Estas puntuaciones permiten determinar en qué medida los factores se presentan en cada uno de los individuos de la muestra. La media de las puntuaciones factoriales sobre cada factor es 0; por tanto, en un

individuo una puntuación factorial alta y positiva alejada del 0 indica que los valores de las variables asociadas a ese factor serán altos, si por el contrario un individuo presenta una puntuación alta negativa y alejada del cero, los valores de las variables en ese factor serán bajos (Martín et al. 2007).

Para evaluar el ajuste del modelo se observan las diferencias (residuos) entre las correlaciones observadas (matriz de correlación de entrada) y las correlaciones basadas en el modelo (correlaciones reproducidas a partir de la matriz factorial) (Martín et al. 2007). El modelo tendría un ajuste perfecto de los datos si los coeficientes de correlación reproducidas fueran los mismos que los coeficientes de correlación originales; por lo tanto, para obtener un buen ajuste las diferencias entre los coeficientes deben ser valores pequeños (inferiores a 0,05). No existen reglas sobre qué proporción de los residuos debe ser inferior a 0,05; sin embargo, si más del 50% de los residuos son mayores que 0,05 sería indicativo de que el modelo factorial no se ajusta a los datos (Field 2013).

A partir del análisis de componentes principales, se obtienen tres factores de integración y de comportamiento del equipo que contribuyen al éxito; pero como en cualquier análisis es necesario validar estos resultados. Un medio para validar los resultados es el análisis de división de la muestra, en la que se divide la muestra en partes iguales y se reestima el modelo factorial (Hair et al. 2013), pero esta validación no es factible debido a la limitación del tamaño de la muestra. Otro medio de validación es aplicar el modelo obtenido a una muestra completamente nueva (Hair et al. 2013); esta posibilidad se descarta por la gran dificultad para conseguir más datos, porque por un lado se necesitan dos entrevistados por obra y teniendo en cuenta la extensión del cuestionario y por otro teniendo en cuenta la crisis actual del sector, se hace muy difícil encontrar en esta investigación empresas que quieran participar. Debido a la limitación del tamaño de la muestra de la población de estudio y a la dificultad para ampliar su tamaño, se plantea como alternativa en la investigación, realizar un análisis de tipo cualitativo que permita validar los resultados obtenidos y profundizar en el estudio.

### **3.8 Estudio de casos**

En este trabajo, se han aplicado técnicas cuantitativas en una muestra de edificios residenciales de promoción privada y se han identificado los factores de integración y comportamiento que influyen en el éxito; no obstante, es necesario validar estos resultados y encontrar el porqué de la influencia de esos factores y no otros. Este porqué puede ser investigado mediante métodos cualitativos. La metodología cualitativa que se propone utilizar es el estudio de casos.

El estudio de casos es una herramienta de las más utilizadas en la metodología de investigación cualitativa y ofrece importantes resultados e información que no puede ser encontrada por medio de los métodos cuantitativos (Monge 2010). En esta investigación, el método de estudio de casos es apropiado para estudiar la muestra en profundidad y obtener información valiosa al estudiar las obras que han tenido éxito y las que no lo han tenido.

Si bien, este tipo de técnicas presenta limitaciones en cuanto a la generalización de los resultados, para Yin (2009), la cuestión de generalizar a partir del estudio de casos no consiste en una generalización desde una muestra hasta un universo (generalización estadística) como ocurre en las metodologías cuantitativas, sino que se trata de utilizar el estudio de un caso único o múltiple para ilustrar, representar o generalizar a una teoría (generalización analítica). De este modo, los resultados del estudio de un caso pueden generalizarse a otros que representen condiciones teóricas similares. Los estudios de casos múltiples refuerzan estas generalizaciones analíticas al diseñar evidencia corroborada a partir de dos o más casos (replicación literal) o, para cubrir diferentes condiciones teóricas que dieran lugar, aunque por razones predecibles, a resultados opuestos (replicación teórica). La credibilidad de las conclusiones obtenidas se basará en la calidad misma de la investigación desarrollada. Por ello, es necesario diseñar el estudio de caso de una forma apropiada (Martínez Carazo 2006)

Aunque por sus características, el estudio de casos es difícil de estructurar con unos pasos delimitados (Stake 1995), el proceso a seguir que se propone en esta investigación, incluye algunas de las fases de la metodología propuesta por Villarreal y Landeta (2010):

- Propósito y objetivo.
- Definición de la unidad de análisis y selección de casos.
- Diseño del protocolo del estudio de casos.
- Proceso de recogida de los datos.
- Registro y clasificación de los datos.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Conclusiones del estudio.

### **3.8.1 Propósito y objetivo**

El estudio de casos como metodología de investigación empírica debe definir desde el inicio, cuáles son los objetivos que se quieren conseguir, la finalidad con que se va a recabar e interpretar la información, y qué se desea saber de las organizaciones que se analizan (Villarreal y Landeta 2010). En la presente investigación, el objetivo es analizar los factores de integración y comportamiento del equipo que se han obtenido a partir

del análisis multivariante de componentes principales, para obtener un mayor conocimiento sobre cómo estos factores pueden influir en el éxito general del proceso proyecto-construcción de edificios residenciales de promoción privada.

### **3.8.2 Definición de la unidad de análisis y selección de casos**

En primer lugar se define la unidad de análisis. Cuando existen estudios previos, estos establecen algún criterio en la elección con el fin de poder comparar resultados (Yin 2009). En esta investigación el estudio de casos parte de un análisis estadístico que permite elegir la unidad de análisis: la obra.

Definida la unidad de análisis, se selecciona el caso o los casos a estudiar, basándose en un muestreo teórico tratando de escoger aquellos casos que ofrecen una mayor oportunidad de aprendizaje (Stake 1995). En esta investigación se elige un estudio de casos múltiple, principalmente porque en un estudio formado por más de un caso, además de reforzar su validez interna, se puede obtener la replicación teórica que es fundamental como mecanismo de validez externa (Villarreal y Landeta 2010).

Para la selección de los casos se selecciona como herramienta, el método denominado análisis comparativo cualitativo (*Qualitative Comparative Analysis, QCA*). El QCA es un protocolo comparativo para analizar configuraciones causales (o variables independientes) que producen una condición de resultado o variable dependientes (Jordan et al. 2011; Ragin 1987). La secuencia de análisis que se sigue en la investigación consiste, en primer lugar en elaborar la tabla comparativa (o matriz de datos) para organizar la información cualitativa. En segundo lugar, a partir de la matriz de datos, se elabora la tabla denominada “tabla de la verdad” que permite identificar configuraciones causales (factores de integración y comportamiento colaborativo) suficientes para generar el resultado (éxito o fracaso). La selección de la muestra intencional se realiza a partir de la tabla y se seleccionan los casos extremos (unidades con éxito o fracaso) y los casos atípicos (los casos que parecen contrarios a los hechos).

En cuanto al número de casos para analizar, Chiva (2001) establece que un estudio de casos múltiple requeriría un mínimo de cuatro unidades de análisis, aunque Eisenhardt (1989) sugiere que entre 4 y 10 casos es un número adecuado, y sostiene que cuanto mayor sea este número de unidades a estudiar, se puede alcanzar una mayor fiabilidad. En general, según Mintzberg (1979), se consigue una mayor certidumbre cuanto mayor sea el número de casos, pero si se cree haber aislado las condiciones suficientes y necesarias para explicar y predecir el fenómeno estudiado, se podrá dar por concluida la investigación. Por su parte, Glaser y Strauss (1967) recomiendan que cuando se “saturen” los temas y áreas en los cuales el investigador está interesado, significando que no se encuentran nuevos datos en los casos adicionales, no se debe adicionar más casos y se debe detener el proceso de

recolección de información. De manera similar, Eisenhardt (1989) recomienda que los casos deben adicionarse hasta que la saturación teórica de la muestra sea enriquecida. Lincoln y Guba (1985) recomiendan la selección de la muestra hasta “el punto de la redundancia”. Guest et al. (2006) indican que a partir del octavo caso se alcanza la saturación. Teniendo en cuenta las contribuciones anteriores, en esta investigación se han detectado ocho casos claves, y se han seleccionado para ser analizados en profundidad, del total de 31 obras que comprenden la muestra.

### **3.8.3 Diseño del protocolo del estudio de casos**

Un diseño adecuado de estudio de casos necesita de un protocolo de investigación, lo que permite la recopilación de los datos de una manera organizada (Yin 2009). El protocolo del estudio de casos, debe contener los instrumentos de recogida de datos y es imperativo en los estudios de múltiples casos (Yin 2009). En el protocolo de la investigación se estableció:

- (a) el método de recogida de la información,
- (b) la selección de los informadores clave,
- (c) la elaboración de un cuestionario estructurado con las preguntas y
- (d) la secuencia cronológica para la realización de las entrevistas y la toma de los datos.

### **3.8.4 Proceso de recogida de los datos**

En esta fase se recoge toda la información y evidencia que ayude a estudiar la muestra en profundidad y obtener más información sobre las obras que han tenido éxito y las que no lo han tenido. Yin (2009) recomienda la utilización de múltiples fuentes de datos y el cumplimiento del principio de triangulación para garantizar la validez interna de la investigación. En este estudio las fuentes de datos principalmente son: (a) las entrevistas personales, al menos a un informador clave por caso, y en algunos casos dos (siempre al representante del promotor y, a veces al constructor), que fueron grabadas con permiso del entrevistado en la mayor parte de los casos; y (b) documentos generados en las obras.

### **3.8.5 Registro y clasificación de los datos**

Los datos que se han recogido se deben registrar y clasificar para facilitar su análisis (Rialp 1998). En esta etapa se transcribieron las entrevistas grabadas (documentos primarios) y se importaron a la base de datos documental del programa de análisis de datos cualitativos ATLAS.ti 7<sup>®</sup>. La información se codificó y categorizó mediante la identificación de palabras, frases o párrafos que se consideran que tienen un significado importante en relación al objetivo del estudio (Charmaz 2006). La

información se organizó en tablas para poder identificar los conceptos similares y los que eran específicos de cada uno de los casos estudiados. En esta organización también se tuvo en cuenta la secuencia cronológica en la que se había recogido la información.

### **3.8.6 Análisis e interpretación de los datos**

Una vez recogidos los datos, el siguiente paso es el análisis sistemático de los datos recopilados y su comparación constante con los códigos establecidos, para determinar las diferencias y similitudes con la literatura existente al respecto. Esta técnica se basa en el método comparativo constante (Charmaz 2006; Glaser y Strauss 1967; Guest et al. 2006).

Para que los resultados del estudio de casos se puedan generalizar de forma analítica, es necesario que los datos obtenidos sean representativos de las variables que se quieren estudiar (validez). Para Yin (2009), la validez interna es el grado en el cual se pueden establecer relaciones causales, donde ciertas condiciones demuestran conducir a otras. En su opinión, para garantizar la validez interna, las tácticas aconsejadas están relacionadas con la utilización de la triangulación. En esta investigación los resultados se derivan de la triangulación de la revisión de la literatura, el análisis cuantitativo y la investigación del estudio de casos.

### **3.8.7 Conclusiones del estudio**

Derivadas del análisis e interpretación de la información, se obtienen las conclusiones del estudio y sus implicaciones.

## **3.9 Comparación de los resultados entre EE. UU. y España**

En la investigación desarrollada en Estados Unidos se observó que los promotores pueden conducir la obra hacia el éxito mediante la selección de las estrategias que tengan en cuenta su participación en prácticas integradas y el desarrollo de un grupo cohesionado. Estas dos dimensiones, la integración del equipo y la cohesión del grupo fueron identificados como factores críticos de éxito (Franz 2014). La integración está compuesta básicamente por el establecimiento de metas conjuntas, las reuniones durante la fase de diseño, el modelado de información de construcción (*Building Information Modeling*, BIM), y compartir espacio de trabajo, mientras que la cohesión del grupo la forman el compromiso con los objetivos, la comunicación oportuna y eficaz, y la química del equipo.

En este apartado se compara el enfoque diferente hacia la integración y la cohesión de dos conjuntos de obras similares: uno de los EE. UU. y otro de España. Los datos en

ambas investigaciones fueron obtenidos a través de la misma encuesta, y estadísticamente analizados. No obstante, debido a las particularidades del escenario español, esta comparación se realiza únicamente para el enfoque tradicional de contratación. Los resultados de la comparación permiten identificar las diferencias y similitudes entre ambos países, y proponer medidas que sirvan para adaptar las mejores prácticas y conclusiones obtenidas del estudio norteamericano que puedan mejorar el entorno español. Por otro lado se analizan, algunas prácticas específicas de integración implementadas en el sector de la construcción español que pueden mejorar el entorno del sistema tradicional de contratación en Estados Unidos. Las conclusiones que se deducen de la comparación entre ambos países se incluyen en este apartado.

### **3.10 Conclusiones y líneas futuras de investigación**

El último capítulo de la tesis incorpora el cumplimiento de los objetivos, las aportaciones de la investigación y unas recomendaciones prácticas, También se exponen las limitaciones de la investigación, y se explican las propuestas de futuras líneas de investigación

### **3.11 Resumen del capítulo**

El capítulo recoge el diseño de la investigación mostrando la secuencia lógica que conecta los datos a recoger con la cuestión inicial a investigar y, en última instancia, con las conclusiones. Se describe el instrumento para la recogida de los datos y cada una de las técnicas de análisis utilizadas (cuantitativas y cualitativas) en cumplimiento de la finalidad de la investigación. La aplicación de las diferentes técnicas de análisis sobre el conjunto de los datos, los resultados y su discusión se describen en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 4**

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se realiza la descripción y el análisis del conjunto de datos de la muestra. En primer lugar, se lleva a cabo un análisis exploratorio de los datos cuya finalidad es conseguir un entendimiento básico de los datos y de las relaciones existentes entre las variables analizadas. La estadística descriptiva y el análisis de correlación son las técnicas utilizadas. En segundo lugar, se realiza un análisis exploratorio con un análisis multivariante de componentes principales. Estos métodos estadísticos se utilizan para describir y analizar de manera cuantitativa los datos recogidos. Para validar y profundizar en el conocimiento de los resultados, se selecciona como herramienta a utilizar, el estudio de casos, uno de los métodos de investigación cualitativa más utilizados que existen. En esta investigación, la metodología cuantitativa se complementa con la metodología cualitativa. La integración de ambas metodologías permite entender y discutir mejor los resultados. Estos resultados y su discusión, se describen a lo largo del presente capítulo.

### **4.1 Estadística descriptiva**

Los datos cuantitativos, que se recogieron a través del cuestionario mediante entrevistas personales a los promotores y constructores de diferentes obras, se examinaron y se depuraron antes de su análisis. Para describir las características de la muestra compuesta por las obras en primer lugar se aborda la estadística descriptiva. El análisis de los datos se lleva a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics (versión 16.0).

#### **4.1.1 Escalas de medición**

El cuestionario contiene varios tipos de preguntas que requieren el uso de múltiples niveles de medición, de acuerdo con el tipo de variable (Cohen et al. 2011). Estos incluyen variables cuantitativas continuas y variables cualitativas nominales y ordinales (escalas Likert de 6 puntos). Para las variables nominales se calculó la frecuencia relativa. Para las variables continuas y ordinales se obtienen los parámetros estadísticos: máximo, mínimo, mediana, media y la desviación típica.

#### 4.1.2 Demografía

La muestra se compone de 31 edificios residenciales que van desde viviendas unifamiliares de dos plantas de 480 m<sup>2</sup> hasta edificios de 22 alturas con una superficie de 29.588 m<sup>2</sup>, como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8: Demografía**

(n=31)	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Superficie total construida (m <sup>2</sup> )	9.000	6.698	480	7.799	29.588
Número de plantas (sobre rasante)	8	5	2	7	22
Número de sótanos (bajo rasante)	1	1	0	2	3

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Características de las obras

Los edificios que componen la muestra, objeto del estudio, presentan en un 42% (véase Tabla 9) una cimentación superficial del tipo losa de cimentación, un 32 % cimentación profunda, que en su mayoría se corresponde con muros pantalla y un 26% de cimentación superficial de tipo zapatas.

**Tabla 9: Tipo de cimentación**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Zapatas	26
Losa de cimentación	42
Profunda (cajones, pilotes o muro pantalla)	32
Otros	0
Total	100

Fuente: Elaboración propia

De los 31 edificios estudiados, casi el total han sido de nueva construcción (94%), solo en dos de ellos (6%) se han realizado obras de reforma; en uno de los casos esta reforma consistió en mantener la fachada del edificio, y en el otro se ha mantenido parte de la estructura del edificio, por lo que a efectos prácticos se puede decir que la muestra se corresponde con obras de nueva construcción (véase Tabla 10).

**Tabla 10: Obra correspondiente a nueva construcción y reforma**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Nueva construcción	94
Reforma	6
Total	100

Fuente: Elaboración propia

Durante la construcción, el 55% de las obras no sufrieron modificaciones, mientras que en el 45% se realizaron cambios importantes en el proyecto (ver Tabla

11). Estos cambios fueron en su mayoría a propuesta del promotor para mejorar la calidad del producto final.

**Tabla 11: Modificaciones al proyecto**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Si	45
No	55
No lo sé	0
Total	100

Fuente: Elaboración propia

En los edificios que se realizaron cambios en el proyecto, los elementos que principalmente se modificaron (ver Tabla 12) fueron las instalaciones (79%), la distribución de las viviendas (43%) y la estructura (43%).

**Tabla 12: Partes del proyecto modificadas**

	Frecuencia relativa (%)
Cimentación	36
Estructura	43
Cubierta	21
Fachada	14
Interiores	43
Instalaciones	79
Otros	7

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se muestra el nivel de complejidad técnica considerado tanto por promotores como por constructores. Ambos agentes han considerado un nivel bajo en la complejidad técnica de la obra (una media de 3,0). Este hallazgo parece lógico teniendo en cuenta que ambos agentes tiene mucha experiencia en la construcción de este tipo de edificios como se muestra más adelante en el apartado 4.1.6 *Características del equipo e interacción entre los miembros del equipo* (ver Tabla 24).

**Tabla 13: Complejidad técnica de la obra**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Complejidad	3,0	1,4	1	3,0	6

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.4 Resultados: costes, plazos y calidad**

Los costes se definen desde la perspectiva del promotor y representan los costes por los servicios de diseño y construcción. Todos los costes se expresan en euros y se han actualizado con un factor que permita comparar las obras construidas en

diferentes años, bajo condiciones económicas variables. El índice que se utiliza para actualizar los costes es el valor del IPC correspondiente al del mes de marzo de 2015, el más reciente publicado en el momento de la depuración y preparación de los datos.

Las obras objeto del estudio han tenido un coste medio real de 7.036.850 € y un coste medio final de diseño y construcción de 7.538.340 €, como se muestra en la Tabla 14. Los edificios que componen la muestra han tenido unos costes de construcción que van desde poco más de 390.000 € hasta más de 22.000.000 €.

**Tabla 14: Costes de construcción y totales**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Coste de construcción contratado (€)	6.713.420	5.206.637	372.233	6.181.905	21.731.207
Coste de construcción final (€)	7.036.850	5.466.672	390.272	6.445.419	22.670.235
Coste total contratado (€)	7.211.054	5.872.567	398.576	6.551.314	24.944.018
Coste total final (€)	7.538.340	6.134.187	416.615	6.806.242	25.869.483

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 15 muestra los rendimientos obtenidos para los costes, que se han medido utilizando los indicadores: coste unitario, intensidad e incrementos de costes de la construcción y el total. Se observa que los valores medios y la desviación típica son los mismos para el incremento de coste de construcción y el incremento de coste total. Este hecho se debe a que el coste de los servicios de diseño del proyecto y la dirección de obra no varió al final prácticamente con respecto de lo que se contrató, es decir, la variación que se produce en el coste total, se debe principalmente a la variación de coste que se produce durante la construcción de las obras. El incremento de los costes de construcción se debió, en la mayoría de los casos, a mejoras en las instalaciones y acabados propuestos por el promotor (en ocasiones a instancias de los clientes finales) para mejorar la calidad del producto final.

**Tabla 15: Métricas de rendimiento. Costes**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Coste unitario (€/m <sup>2</sup> )	880	301	397	868	1.450
Incremento del coste construcción (%)	6	9	-10	4	35
Incremento del coste total(%)	6	9	-10	4	33
Intensidad (€/m <sup>2</sup> /mes)	20	8	9	19	38

Fuente: Elaboración propia

Los plazos de construcción y de todo el proceso de diseño y construcción se muestran en la Tabla 16. La duración media de la construcción de las obras es de 24 meses y la duración media de todo el proceso de diseño y construcción es de 40 meses.

**Tabla 16: Plazos de construcción y totales**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Plazo de construcción contratado (meses)	20	4	12	20	30
Plazo de construcción final (meses)	24	6	14	23	39
Plazo total contratado (meses)	36	11	22	34	62
Plazo total final (meses)	40	10	27	38	64

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 17 muestra los rendimientos obtenidos para los plazos, que se han medido utilizando los indicadores: velocidad e incremento de plazo, tanto para la construcción como para todo el proceso de diseño y construcción. El incremento de los plazos de construcción (23% de valor medio) y el incremento de los plazos totales (13 % de valor medio) aunque son elevados, en muchos casos se produjeron a conciencia por los promotores por falta de financiación o al no disponer de un número suficiente de clientes finales que pudieran financiar las obras, si se tiene en cuenta que muchas de estas obras se realizaron durante la crisis financiera de 2007 que afectó profundamente al sector de la construcción.

**Tabla 17: Métricas de rendimiento. Plazos**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Velocidad de construcción (m <sup>2</sup> /mes)	393	294	15	315	1.127
Velocidad total (m <sup>2</sup> /mes)	230	162	9,7	201	688
Incremento del plazo de construcción (%)	23	41	-33	17	225
Incremento del plazo total (%)	13	17	-18	8	84

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de calidad se recogen en la Tabla 18, en tres grupos. El primer grupo incluye los resultados sobre la puesta en servicio del edificio. Todas las variables consideradas en este grupo han recibido una baja puntuación media, los promotores en general han valorado positivamente la puesta en marcha del edificio. El segundo grupo recoge la calificación del promotor sobre la calidad de las instalaciones, los aspectos mejor valorados son la estética exterior y la funcionalidad del edificio. El tercer grupo recoge la valoración del promotor en relación a la calidad general del edificio, que se ha calificado con una puntuación media de 4,8. De forma general y en particular, todos los aspectos que hacen referencia a la calidad se puntúan altos; este hecho parece evidente ya que la calidad y la satisfacción de los usuarios finales son los principales objetivos de este tipo de promotores, que construyen edificios de viviendas para su venta.

**Tabla 18: Calidad**

		Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Puesta en marcha	Dificultad de la puesta en servicio	3,1	1,3	1	3,0	6
	Quejas de los usuarios	2,4	1,2	1	2,0	5
	Coste de mantenimiento y explotación	2,6	1,4	1	2,0	5
Calidad instalaciones	Calidad de fachada, cubierta, estructura	4,4	1,3	2	5,0	6
	Calidad del espacio y diseño interior	4,4	1,3	1	5,0	6
	Calidad de las instalaciones	4,4	1,2	2	5,0	6
	Calidad de la estética exterior	4,7	1,1	2	5,0	6
	Funcionalidad	4,7	1,1	2	5,0	6
Calidad general	Satisfacción general	4,8	1,1	2	5,0	6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5 La licitación y el contrato

Como se observa en la Tabla 19 la muestra tiene una buena distribución en cuanto a la tipología del promotor: el 42% se corresponde con la tipología promotor-constructor "integrado" que decide actuar por sí mismo como contratista general y el 58% con el promotor tradicional "no integrado", que contrata la ejecución de la obra a una empresa de construcción.

**Tabla 19: Tipología del promotor**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Integrado	42
No integrado	58
Total	100

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se recogen los criterios de selección que promotor y contratista principal (constructor) tienen en cuenta para la contratación de los miembros del equipo. En ninguno de los casos, ni para promotor ni para el constructor el criterio de selección para la contratación de los participantes es únicamente, el precio. El promotor por su parte, tiene en cuenta como criterio más importante para la selección del arquitecto la experiencia en proyectos similares (32%) y de la dirección facultativa (39%). La propuesta técnica es el segundo criterio de selección para arquitecto (21%) y para la dirección facultativa (23%) porque en muchas ocasiones el promotor solicita diseños alternativos a la idea conceptual. El promotor para la selección del constructor tiene en cuenta tres criterios principalmente: la experiencia en obras similares (29%), el precio (26%) y la calidad (21%). La contratación de los subcontratistas la realiza el constructor, y los criterios más destacados son la experiencia en obras similares, el precio y la calidad, siendo el precio el criterio considerado en más ocasiones, porque de este modo el contratista consigue una mayor competencia en el precio. Esto es

importante ya que para quedarse el contrato de la obra el contratista habitualmente hace ofertas ajustadas y con pequeños márgenes de beneficio. Es notable que las entrevistas rara vez se utilizan confiando más, tanto el promotor como el constructor, a la hora de contratar en los hechos (experiencia) que en las palabras (entrevistas).

**Tabla 20: Criterios de selección**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)				
	Arquitecto (proyectista)	Dirección facultativa	Contratista (constructor)	Subcontratista instalaciones	Subcontratista estructuras
Baja económica	0	0	26	31	30
Precio (Honorarios)	10	13	0	0	0
Calidad	15	14	21	23	22
Estética y funcionalidad	16	8	1	0	0
Propuesta técnica	21	23	17	13	20
Experiencia en obras similares	32	39	29	28	26
Entrevista	3	3	4	4	2
N/A	4	0	1	0	0
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Aunque los tres criterios para la selección del constructor presentan un porcentaje similar, es el precio (71%) el criterio más importante a tener en cuenta en la oferta frente a que el precio no sea un factor considerado en la oferta (29%), como se observa en la Tabla 21.

**Tabla 21: Criterio principal para seleccionar al constructor**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Precio y otros	71
Precio no es un factor	29
Total	100

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al procedimiento que el promotor y constructor pueden adoptar para solicitar las propuestas y adjudicar el contrato a las empresas que van a realizar los servicios de diseño y construcción (véase Tabla 22), el candidato único y el procedimiento restringido con la adjudicación basada en otros criterios además del precio (concurso) fueron los únicos métodos utilizados por los promotores. El candidato único fue el más común con el fin de contratar al arquitecto (87%) y la dirección facultativa (81%), mientras que el método restringido con la adjudicación basada en otros criterios además del precio (concurso), se utiliza más a menudo para contratar al contratista principal (61%). En el caso de los subcontratistas, el constructor prefiere negociar los términos del contrato con varios de ellos (84%) que dejar abierta la oferta a cualquier empresa que quiera participar (16%).

**Tabla 22: Procedimiento de adjudicación del contrato**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)				
	Arquitecto (proyectista)	Dirección facultativa	Contratista (constructor)	Subcontratista instalaciones	Subcontratista estructuras
Abierto Subasta	0	0	0	0	0
Abierto Concurso	0	0	0	16	16
Restringido	13	19	61	0	0
Negociado	0	0	0	84	84
Candidato único	87	81	39	0	0
N/A	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las disposiciones de pago (véase Tabla 23), el precio cerrado fue el más aplicado por los propietarios (90% para pagar al arquitecto, 87% para la dirección facultativa y el 77% para el contratista general). Este hallazgo parece lógico si se considera que los promotores tienden a utilizar las mismas condiciones de pago para todas las partes involucradas, y que el precio cerrado es el más utilizado habitualmente. Este enfoque general simplifica la tarea de supervisión y control de los costes por parte del promotor, lo que le permite un enfoque más a fondo sobre los objetivos de calidad y de plazo. La modalidad de precio máximo garantizado no se utiliza, mientras que los precios unitarios (16% para los contratistas) y el coste más honorarios (6% también para contratistas) si se utilizaron en alguna ocasión. El precio cerrado (65%) es la disposición de pago elegida en más ocasiones por los constructores para pagar a los especialistas de instalaciones, y los precios unitarios (81%) para realizar el pago de los trabajos de estructuras.

**Tabla 23: Disposiciones de pago**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)				
	Arquitecto (proyectista)	Dirección facultativa	Contratista (constructor)	Subcontratista instalaciones	Subcontratista estructuras
Precio cerrado	90	87	77	65	19
Precio máximo garantizado	0	0	0	0	0
Precios unitarios	0	0	16	35	81
Costes más honorarios (fijo)	10	13	6	0	0
Costes más honorarios (%)	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.6 Características del equipo e interacción entre los miembros del equipo**

La experiencia previa de los participantes en obras de edificios similares se recoge en la Tabla 24. Los valores medios obtenidos en general son altos para todos los agentes que intervienen en el proceso de diseño y construcción del edificio. Se observa

que el participante con menor experiencia es el promotor (media de 4,5) y los participantes con mayor experiencia son el contratista (media de 4,9) y los subcontratistas (media de 5,2). Esto parece lógico si se tiene en cuenta que uno de los principales criterios para su elección es la experiencia en obras similares (ver Tabla 20).

**Tabla 24: Experiencia en edificios similares**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Promotor	4,5	1,7	1	5,0	6
Arquitecto (proyectista)	4,6	1,4	1	5,0	6
Dirección facultativa de obra	4,8	1,1	2	5,0	6
Contratista (constructor)	4,9	1,3	2	5,0	6
Subcontratista de instalaciones	5,2	0,6	4	5,3	6
Subcontratista de estructuras	5,2	0,7	3	5,0	6

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25 se observa que el promotor prefiere repetir el trabajo con los mismos agentes, tanto en el diseño y la construcción, que contratar a participantes con los que no ha trabajado previamente, especialmente con el constructor (74%) y la dirección facultativa (81%) que velará por el cumplimiento de las condiciones del contrato.

**Tabla 25: Relación previa con el promotor**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)				
	Arquitecto (proyectista)	Dirección facultativa	Contratista (constructor)	Subcontratista instalaciones	Subcontratista estructuras
Primera vez	35	19	26	39	48
Repiten	65	81	74	61	52
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

El equipo de trabajo se caracteriza principalmente (véase Tabla 26) por la alta capacidad que tiene el promotor para tomar decisiones (media de 5,5). Este hecho es lógico teniendo en cuenta que es el promotor el que contrata el diseño y la construcción de la obra y tiene un gran control en todo el proceso. También reciben puntuaciones altas la calidad de las relaciones (química) entre los miembros del equipo (media de 4,6) y la puntualidad en las decisiones del promotor (media de 4,6). Este hecho llama la atención teniendo en cuenta que las puntuaciones resultantes se han obtenido con la media de las respuestas de promotor y constructor. El nivel de sustituciones o abandonos en el equipo recibe una puntuación muy baja (2,3 de media). Este hallazgo, aunque sorprendente, parece lógico si se considera que las buenas relaciones establecidas en el equipo han recibido una puntuación alta.

**Tabla 26: Características del equipo**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Experiencia previa como equipo de trabajo	3,3	1,4	1,0	3,5	6,0
Calidad de las relaciones (química)	4,6	0,8	3,0	4,5	6,0
Puntualidad de las decisiones del promotor	4,6	0,8	3,5	4,5	6,0
Capacidad del promotor para tomar decisiones	5,5	0,6	3,5	6,0	6,0
Sustituciones y abandonos	2,3	1,5	1,0	2,0	5,0

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 27 se muestra si los miembros del equipo compartían espacio de trabajo durante la construcción. En los casos en los que los miembros del equipo estaban en el lugar al mismo tiempo, pero se alojan en oficinas separadas, no se consideraron como espacios de trabajo compartido. En el 93 % de los casos, se observa que el equipo no compartió espacio de trabajo durante la construcción.

**Tabla 27: Espacio de trabajo compartido**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Si	7
No	93
Total	100

Fuente: Elaboración propia

La comunicación entre los miembros del equipo es poco formal (media de 3,8). Los participantes prefieren comunicarse con conversaciones cara a cara o por teléfono que a través de cartas o reuniones más formales. Las negociaciones son muy frecuentes entre los participantes (media de 5,1) y el compromiso adquirido por los miembros del equipo con los objetivos de la obra es alto (media de 4,9). Estos resultados se muestran en la Tabla 28.

**Tabla 28: Interacción entre los participantes**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Formalidad de la comunicación	3,8	0,9	2,0	4,0	5,5
Frecuencia para llegar a acuerdos	5,1	0,7	3,5	5,0	6,0
Puntualidad de la comunicación	4,5	0,7	2,5	4,5	5,5
Compromiso del equipo con los objetivos	4,9	0,6	3,0	5,0	6,0

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 29, en el 56% de los casos es únicamente el promotor el que establece los objetivos de la obra. En un 17% el promotor establece los objetivos con la consulta del arquitecto y en un 17 % el promotor establece los objetivos con la consulta del constructor. El proceso de ajuste de los objetivos en la obra es de arriba hacia abajo. Los objetivos una vez establecidos, principalmente por el promotor, posteriormente se transmiten al resto de los miembros del equipo

(contratista principal y subcontratistas). Solo en un 10%, de los casos, promotor, arquitecto y constructor establecieron conjuntamente los objetivos de la obra de una forma más interactiva en el que el proceso de ajuste de objetivos se involucra a miembros del equipo de diferentes niveles en la discusión de las metas operacionales.

Tabla 29: Establecimiento de objetivos en la obra

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Promotor	56
Promotor - arquitecto	17
Promotor - constructor	17
Promotor-arquitecto-constructor	10
Total	100

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7 Proceso y tecnología

En el 81% de las obras se realizaron reuniones durante la fase del diseño (ver Tabla 30). En estas reuniones, que se realizan principalmente durante las primeras etapas del diseño, asisten principalmente el promotor y el arquitecto (92%) donde el promotor traslada al arquitecto los detalles de diseño (ver Tabla 31).

Tabla 30: Reuniones durante la fase de diseño

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Si	81
No	19
Total	100

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 31 también se observa que en pocos casos (8%) el constructor intervino en las reuniones de la fase de diseño, antes de la construcción de la obra, aunque su intervención se realiza una vez definido el proyecto, estudiando éste para detectar indefiniciones o proponer soluciones constructivas que reduzcan plazos y costes a la empresa. Estas situaciones se dan cuando el promotor actúa por sí mismo como contratista general (promotor "integrado"), en cuyo caso únicamente contrata el diseño a un arquitecto.

Tabla 31: Participantes en las reuniones de la fase de diseño

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Promotor - arquitecto	92
Promotor - constructor	0
Promotor-arquitecto-constructor	8
Total	100

Fuente: Elaboración propia

En la mayor parte de las obras (93%) no se utilizó modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*). Únicamente en dos obras (7%) se hizo uso de BIM y solo incluían el diseño arquitectónico: En su desarrollo tan solo estuvo involucrado el arquitecto (ver Tabla 32).

**Tabla 32: BIM**

	Frecuencia relativa (%) (n=31)
Si	7
No	93
Total	100

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8 Éxito

Los resultados de la valoración que hace el promotor del éxito general de todo el proceso proyecto-construcción del edificio, se muestran en la Tabla 33. El valor medio obtenido, para la variable éxito es de 4,3. En este apartado también se solicitó a los promotores, en una pregunta abierta, que explicaran el porqué del nivel de éxito o fracaso obtenido. De las 17 obras con más éxito, la mayoría de los promotores (80%) valoraron el éxito obtenido, según el nivel de calidad alcanzado. Entre estos promotores que valoraron el éxito obtenido principalmente por el nivel de calidad alcanzado, el 50% indicaron, además, la satisfacción de los usuarios finales como otro aspecto importante por el que habían valorado el éxito.

**Tabla 33: Éxito del proceso proyecto- construcción del edificio**

	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo
Éxito general	4,3	1,2	1	4,0	6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.9 Conclusiones de la estadística descriptiva

Para realizar el análisis de la estadística descriptiva, se utilizaron los datos que se recogieron a través de un cuestionario, mediante 62 entrevistas personales a los promotores y constructores de diferentes obras de edificios residenciales. El análisis de la estadística descriptiva se realiza con el objeto de describir las características de la muestra. Las características analizadas son: descripción de las obras; los resultados obtenidos de plazos, costes y calidad; la licitación y el contrato de las obras; las características del equipo y la interacción entre los participantes; el proceso y la tecnología utilizadas; y el éxito obtenido durante el proceso proyecto-construcción. Estas características analizadas, se describen a continuación:

- La muestra se compone de 31 edificios residenciales, de promoción privada, finalizados entre 2005 y 2013. Los edificios variaron de tamaño entre 480 m<sup>2</sup> y 30.000 m<sup>2</sup>, con una altura media de 8 plantas. Las obras son predominantemente de nueva construcción y se sitúan en España. Durante la construcción, casi la mitad de las obras sufrieron modificaciones. Los elementos que principalmente se modificaron fueron las instalaciones. Estos cambios fueron en su mayoría a propuesta del promotor para mejorar la calidad del producto final. Tanto promotores como constructores consideraron que las obras tenían poca complejidad técnica.
- Las obras objeto del estudio han tenido un coste medio de construcción ligeramente superior a 7.000.000 € y un coste medio final de diseño y construcción de poco más de 7.500.000 €. El incremento medio de los costes de construcción es del 6%. Los incrementos de costes que se producen en el proceso de diseño y construcción de los edificios se producen principalmente durante la construcción de las obras, y en su mayoría, por propuestas de mejoras por parte de los promotores para mejorar la calidad del producto final. La duración media de la construcción de las obras es de 24 meses y la duración media de todo el proceso desde el inicio del diseño hasta finalizar la construcción es de 40 meses. El incremento medio de la duración de la construcción de las obras es del 23%. Los promotores en general valoran de forma positiva, todos los aspectos que hacen referencia a la puesta en marcha del edificio, la calidad de las instalaciones y la satisfacción general con la calidad del producto final.
- La estrategia de contratación llevada a cabo por todos los promotores es el diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*), en el que el promotor tradicional realiza dos contratos independientes para el diseño y la construcción de la obra. El constructor y los subcontratistas no participan hasta la fase de construcción e incluso oficios más especializados (instalaciones) no aparecen hasta muy avanzada la construcción. No obstante, en el sector de la edificación, el promotor también puede actuar por sí mismo como contratista general, en cuyo caso únicamente contrata el diseño a un arquitecto. En este último caso, el constructor puede intervenir antes de la construcción de la obra, durante la fase de diseño, aunque su intervención se realiza una vez definido el proyecto, estudiando éste para detectar indefiniciones o proponer soluciones constructivas que reduzcan plazos y costes a la empresa. La muestra tuvo una buena distribución de ambas tipologías de promotor.

- El promotor contrata directamente al arquitecto y a la dirección facultativa. La participación en la licitación del constructor es generalmente por procedimiento restringido y la de los oficios más especializados es por procedimiento negociado. La selección del constructor y los subcontratistas más especializados (instalaciones y estructuras) se basa principalmente en el precio, la calidad y la experiencia en obras similares. Los promotores prefieren contratar equipos con los que ha trabajado previamente, principalmente al constructor y la dirección facultativa.
- La condición de pago que se utiliza comúnmente para el constructor y los especialistas de instalaciones es el precio cerrado. Los precios unitarios se utilizan principalmente para los trabajos de estructuras.
- El equipo básico de trabajo en las obras lo forman los participantes más importantes que intervienen en las fases de diseño y construcción del edificio, y está formado por: promotor, arquitecto (y director de obra), constructor, subcontratistas de instalaciones y subcontratistas de estructuras. La experiencia previa de los miembros del equipo en edificios similares, es alta, en concreto la de los oficios más especializados (instalaciones y estructuras).
- Dentro del equipo, el promotor tiene mucha capacidad para tomar decisiones, ya que es él quien contrata el diseño y la construcción de la obra y tiene un gran control en todo el proceso. El equipo de trabajo se caracteriza por un nivel alto en la calidad de las relaciones (química) entre los miembros del equipo y la puntualidad en las decisiones del promotor y un bajo nivel de sustituciones o abandonos. Durante la construcción, aunque los miembros del equipo concurren en las obras al mismo tiempo, se alojan en oficinas separadas y no comparten espacio de trabajo.
- La comunicación entre los miembros del equipo es poco formal. Los participantes prefieren comunicarse con conversaciones cara a cara o por teléfono que a través de cartas o reuniones más formales. Las negociaciones son muy frecuentes entre los participantes y el compromiso adquirido por los miembros del equipo con los objetivos de la obra es alto. Los objetivos de la obra los establece principalmente el promotor y posteriormente se transmiten al resto de los miembros del equipo (contratista principal y subcontratistas).
- Durante la fase de diseño del proyecto se realizan reuniones a las que asisten el promotor y el arquitecto. Estas reuniones, se realizan principalmente durante las primeras etapas del diseño para que el promotor traslade al arquitecto los

detalles del diseño. Ni durante la fase de diseño, ni en la fase de construcción, se utilizó modelado de información de la construcción (Building Information Modeling, BIM).

- Los promotores en general, valoran positivamente el nivel de éxito alcanzado en todo el proceso proyecto-construcción del edificio. Los promotores que calificaron con más éxito sus obras, valoraron el éxito obtenido principalmente por el nivel de calidad alcanzado y por la satisfacción mostrada por los usuarios finales.

## 4.2 Análisis de correlación

### 4.2.1 Resultados y discusión

Como se explicó en el capítulo 3, para facilitar la identificación de las variables de decisión que son indicadores de la integración y el comportamiento del equipo y que pueden influir en el éxito de la obra y las variables de resultado que mejor definen el éxito, de entre la gran cantidad de variables que proporciona el cuestionario (47 variables de decisión y 33 variables de resultado) se plantea un análisis exploratorio de las relaciones entre las variables, mediante correlación. Puesto que no todas las variables son cuantitativas, el análisis de correlación utilizó el coeficiente de correlación rho de Spearman. Del análisis de correlación se observó que había relación entre algunas variables de decisión y algunas variables de resultado. A continuación, se describen las variables de resultado y de decisión en las que se encontró relación mediante el análisis de correlación. Más adelante se muestran los resultados de este análisis.

Las variables de resultado con respecto a los costes observadas son el coste unitario, el incremento del coste de la construcción y la intensidad. En la Tabla 34 se muestra la descripción de estas variables, las unidades en las que se miden y se indica la ecuación a partir de la cual se obtienen.

**Tabla 34: Variables de resultado. Costes**

Descripción de la variable	Ecuación
Coste unitario (€/m <sup>2</sup> )	Coste total final/superficie
Incremento del coste de construcción (%)	$[(\text{Coste de construcción final} - \text{Coste de construcción contratado}) / \text{Coste de construcción contratado}] \times 100$
Incremento del coste total (%)	$[(\text{Coste total final} - \text{Coste total contratado}) / \text{Coste total contratado}] \times 100$
Intensidad (€/m <sup>2</sup> /mes)	Coste unitario / (fecha fin construcción - fecha inicio proyecto)

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 35 recoge la descripción de las variables de resultado, observadas en el análisis de correlación, con respecto a los plazos y la ecuación para obtenerlas. Estas variables son el incremento de plazo de construcción y el incremento de plazo total.

**Tabla 35: Variables de resultado. Plazos**

<b>Descripción de la variable</b>	<b>Ecuación</b>
Incremento del plazo de construcción	$\frac{[(\text{Fecha fin construcción real} - \text{Fecha inicio de construcción real}) - (\text{Fecha fin construcción contratada} - \text{Fecha inicio construcción contratada})]}{(\text{Fecha fin construcción contratada} - \text{Fecha inicio construcción contratada})} \times 100$
Incremento del plazo total	$\frac{[(\text{Fecha fin construcción real} - \text{Fecha inicio de diseño real}) - (\text{Fecha fin construcción contratada} - \text{Fecha inicio diseño contratada})]}{(\text{Fecha fin construcción contratada} - \text{Fecha inicio diseño contratada})} \times 100$

Fuente: Elaboración propia

Las variables de resultado con respecto a la calidad observadas, son la dificultad de la puesta en servicio y el número y magnitud de quejas de los usuarios finales, variables que miden la calidad de la puesta en servicio del edificio. Otras variables observadas son las que miden la calidad de los principales sistemas de construcción y la satisfacción general con la calidad del edificio ya construido. Estas variables y su escala de medición se describen en la Tabla 36.

**Tabla 36: Variables de resultado. Calidad**

<b>Descripción de la variable</b>	<b>Escala de medición</b>
Dificultad de la puesta en servicio	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Quejas de los usuarios	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Calidad de fachada, cubierta, estructura	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Calidad del espacio y diseño interior	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Calidad de las instalaciones	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Funcionalidad	Likert: 1 (bajo) - 6 (alto)
Satisfacción general	Likert: 1 (nada satisfecho) - 6 (muy satisfecho)

Fuente: Elaboración propia

Por último, la variable de resultado en la que se encontró relación con las variables de decisión, en el análisis de correlación, fue la variable que mide el éxito. Esta variable (Tabla 37) recoge la calificación que otorga el promotor al éxito una vez finalizado todo el proceso de diseño y construcción del edificio.

**Tabla 37: Variables de resultado. Éxito**

<b>Descripción de la variable</b>	<b>Escala de medición</b>
Éxito en el proceso diseño construcción	Likert: 1 (pobre) - 6 (excelente)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de correlación también se observaron correlaciones significativas entre 16 variables de decisión. Estas variables encontradas son cualitativas del tipo nominal y ordinal. Para poder realizar el análisis, previamente se convirtieron en numéricas las variables nominales, clasificándolas en indicadores dicotómicos, "1" o

"2". Se codificó con el valor "1" la información de la variable que presentaba una mayor frecuencia relativa, obtenida en la estadística descriptiva, y con valor "2" la información con menor proporción o el resto de información en el caso de que existiera más de una posibilidad. Por ejemplo, los procedimientos de adjudicación que utiliza el promotor en la licitación para contratar al contratista principal son el método restringido con adjudicación multicriterio y el candidato único. De entre estos dos procedimientos el más utilizado, con un 61% es el procedimiento restringido frente a un 39% de la adjudicación directa a un candidato (ver Tabla 22). En ese caso el indicador se clasificó como "1" para el "restringido concurso" y como "2" para "candidato único". La variable disposición de pago al constructor se clasificó de la misma forma, asignando el valor "1" al "precio cerrado" que obtuvo una frecuencia relativa (77%) mayor que el resto de disposiciones, que se clasificaron con el valor de "2" (ver Tabla 23). La tipología del promotor y la relación previa entre promotor y constructor ya tenían respuestas dicotómicas en el conjunto de datos, y por lo tanto no fue necesario clasificarlas. Un resumen de esta clasificación se observa en la Tabla 38.

**Tabla 38: Clasificación de las variables nominales en dicotómicas**

Descripción de la variable	Clasificación dicotómica
1. Tipología del promotor	1 =integrado; 2 = no integrado
2. Procedimiento de adjudicación del constructor	1 = restringido concurso; 2 = candidato único
3. Disposición de pago al constructor	1 = precio cerrado; 2 = otros
4. Relación previa entre promotor y constructor	1 = primera vez; 2 = repiten

Fuente: Elaboración propia

Las variables de decisión de tipo ordinal que se observaron, son las variables que se corresponden con las variables que describen las características del equipo y la interacción entre los participantes, todas ellas se midieron en escala Likert de 6 puntos. La descripción de estas variables se muestra en la Tabla 39.

**Tabla 39: Variables de decisión de tipo ordinal**

Descripción de la variable	Escala Likert
5. Experiencia del promotor en edificios similares	1 (poca) - 6 (mucha)
6. Experiencia del constructor en edificios similares	1 (poca) - 6 (mucha)
7. Experiencia previa como equipo de trabajo	1 (poca) - 6 (mucha)
8. Calidad de las relaciones (química)	1 (pobre) - 6 (excelente)
9. Puntualidad de las decisiones del promotor	1 (nunca) - 6 (siempre)
10. Capacidad del promotor para tomar decisiones	1 (poca) - 6 (mucha)
11. Sustituciones y abandonos	1 (bajo) - 6 (alto)
12. Formalidad de la comunicación	1 (informal) - 6 (muy formal)
13. Frecuencia para llegar a acuerdos	1 (nunca) - 6 (mucha frecuencia)
14. Puntualidad de la comunicación	1 (nunca) - 6 (siempre)

Descripción de la variable	Escala Likert
15. Prefabricación	1 (completamente in situ) - 6 (completamente prefabricado)
16. Compromiso del equipo	1 (muy débil) - 6 (muy fuerte)

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó anteriormente, de forma exploratoria, se analizó el grado de relación entre las 80 variables de decisión y de resultado que contenía el cuestionario, mediante un análisis de correlación lineal que determina el coeficiente rho de Spearman. Para realizar el análisis de correlación se utilizó el software IBM SPSS Statistics (versión 16.0). En este análisis se observó que ocho variables de decisión se correlacionaron significativamente con algunas variables de resultado. De estas ocho variables, siete se relacionaron con las variables de resultado de calidad, y solo tres variables mostraron relación significativa con las variables de resultado de plazos y costes. Los resultados de la correlaciones no paramétricas entre las variables de decisión y de resultado se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40: Correlaciones (rho de Spearman) entre variables de decisión y resultado

	Variables de resultado													
	Coste unitario	Incremento del coste de construcción	Incremento del coste total	Intensidad	Incremento del plazo de construcción	Incremento del plazo total	Dificultad de la puesta en servicio	Quejas de los usuarios	Calidad de fachada, cubierta, estructura	Calidad del espacio y diseño interior	Calidad de las instalaciones	Funcionalidad	Satisfacción general con la calidad	Éxito del proceso diseño-construcción
Experiencia del promotor edificios similares	,008	-,085	-,067	-,065	,131	,065	<b>-,396*</b>	<b>-,362*</b>	,171	,226	,312	,265	,320	,215
Experiencia previa como equipo de trabajo	,231	,267	,277	,321	,193	,193	-,173	-,248	,278	,116	,170	,233	<b>,385*</b>	,177
Calidad de las relaciones (química)	,011	-,084	-,072	,048	,060	,074	-,350	-,237	<b>,357*</b>	,169	,332	<b>,356*</b>	<b>,377*</b>	<b>,393*</b>
Sustituciones y abandonos	-,013	-,034	,026	-,098	<b>,409*</b>	<b>,409*</b>	,325	,146	<b>-,368*</b>	,003	-,168	-,075	-,090	<b>-,559**</b>
Formalidad de la comunicación	,035	-,089	-,111	,031	-,228	-,260	<b>,441*</b>	-,006	-,198	,055	,115	,047	,176	,057
Frecuencia para llegar a acuerdos	,124	<b>-,387*</b>	<b>-,422*</b>	-,083	<b>-,526**</b>	<b>-,543**</b>	,112	-,196	<b>,359*</b>	,158	,181	,204	-,007	,195
Puntualidad de la comunicación	<b>-,466**</b>	-,106	-,108	<b>-,439*</b>	-,106	-,100	,083	,198	-,101	-,044	-,158	,088	-,146	,045
Compromiso del equipo	,152	-,181	-,210	-,008	-,034	-,088	-,278	-,122	,359	<b>,390*</b>	<b>,531**</b>	,350	,278	<b>,373*</b>

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Aunque se identifican 14 variables de resultado para medir el éxito, algunas de ellas pueden resultar inapropiadas en esta investigación, por ejemplo, para las métricas de resultado de costes y de plazos se observó en la estadística descriptiva que no se habían obtenido buenos resultados debido en gran medida a que la mayoría de los promotores encuestados dieron mayor prioridad a la calidad del producto final y a la satisfacción de los usuarios finales que a reducir los plazos o a ajustar los costes a un presupuesto establecido inicialmente. De entre las variables de resultado encontradas

para medir el éxito de las obras, se seleccionaron en la investigación tres variables como las mejores medidas de éxito: (1) el éxito del proceso proyecto-construcción; (2) la satisfacción general con la calidad; y (3) las quejas de los usuarios. Si bien estas variables son más cualitativas, que por ejemplo el incremento de los costes, permiten sintetizar múltiples facetas de éxito que algunas de las medidas más cuantitativas no pueden abordar.

Por otro lado estas correlaciones de forma aislada tienen poco valor para explicar el éxito e inspirar cuestiones más prácticas. Sin embargo una combinación de estas variables podría explicar mejor el éxito y aumentar la posibilidad de obtener mejores resultados. En la matriz de correlaciones se observó que 16 variables de decisión que median aspectos relacionados con la licitación, el contrato y el comportamiento del equipo, mostraban entre ellas correlaciones significativas. Los resultados de las correlaciones, confirman la percepción de que la combinación de varias medidas de integración y de comportamiento del equipo, pueden aumentar la probabilidad de obtener mejores resultados en el éxito. En la Tabla 41 se muestran los resultados de las relaciones entre las 16 variables de decisión observadas. La tipología del promotor tenía una relación inversa muy alta con el procedimiento de adjudicación, cuanto más integrado es el promotor la tendencia es a contratar directamente a un constructor conocido. La tipología del promotor también presenta una relación directa alta con la relación previa entre el promotor y el constructor, los promotores más integrados contratan a constructores con los que ya han trabajado en ocasiones anteriores. La experiencia en obras similares del promotor presentó una relación directa alta con la experiencia en obras similares del constructor, los promotores con más experiencia en el sector contratan a constructores con mucha experiencia en la construcción de edificios de viviendas.

Para las variables que describen las características y las relaciones que se establecen entre los miembros del equipo se observa que la química tiene una correlación directa alta con el compromiso del equipo, una correlación moderada con la puntualidad en las decisiones del promotor y una correlación inversa moderada con las sustituciones. También se observa una correlación directa moderada entre la experiencia del equipo y la química, cuando se ha trabajado anteriormente se establecen buenas relaciones entre los miembros del equipo. Los resultados de las correlaciones entre estas variables, confirman la percepción de que la combinación de varias medidas de comportamiento del equipo pueden aumentar la probabilidad de obtener mejores resultados en el éxito (ver Tabla 41).

**Tabla 41: Correlación (rho de Spearman) entre variables de decisión**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Tipología del promotor	1,000																
2. Procedimiento adjudicación constructor	<b>-,801**</b>	1,000															
3. Disposición de pago al constructor	-,166	<b>,363*</b>	1,000														
4. Relación previa entre promotor y constructor	<b>-,501**</b>	<b>,469**</b>	,142	1,000													
5. Experiencia promotor edificios similares	,008	-,135	-,108	-,013	1,000												
6. Experiencia constructor edificios similares	-,293	,227	-,027	,235	<b>,688**</b>	1,000											
7. Experiencia previa como equipo de trabajo	-,328	<b>,396*</b>	-,309	<b>,383*</b>	,305	<b>,394*</b>	1,000										
8. Calidad de las relaciones (química)	-,271	,195	-,188	,293	,326	<b>,446*</b>	<b>,577**</b>	1,000									
9. Puntualidad de las decisiones del promotor	-,194	,015	-,167	,185	,252	,142	,147	<b>,441*</b>	1,000								
10. Capacidad promotor para tomar decisiones	,105	,106	-,233	-,041	-,038	-,145	<b>,413*</b>	,279	,187	1,000							
11. Sustituciones y abandonos	,335	-,238	,259	<b>-,378*</b>	,026	-,186	-,303	<b>-,495**</b>	-,053	-,052	1,000						
12. Formalidad de la comunicación	,041	-,155	-,216	-,030	,230	,012	,099	-,139	-,275	-,119	-,072	1,000					
13. Frecuencia para llegar a acuerdos	,090	-,201	-,248	-,085	-,164	-,309	-,048	,136	,155	,345	-,312	,063	1,000				
14. Puntualidad de la comunicación	-,011	-,160	,209	-,102	,132	,079	-,309	,233	<b>,433*</b>	-,237	,004	-,259	,047	1,000			
15. Prefabricación	<b>,641**</b>	<b>-,500**</b>	,124	<b>-,403*</b>	,090	-,154	<b>-,379*</b>	-,166	-,152	-,114	<b>,369*</b>	,219	,043	,077	1,000		
16. Compromiso del equipo	,116	-,123	-,293	,087	,345	,228	,215	<b>,616**</b>	<b>,412*</b>	,318	<b>-,382*</b>	,105	<b>,375*</b>	,101	,336	1,000	

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de correlación es posible observar que variables están correlacionadas pero no es posible determinar los subconjuntos de variables que están relacionadas, para ello es necesario utilizar la técnica del análisis factorial (Martín et al. 2007).

#### 4.2.2 Conclusiones del análisis de correlación

El análisis de correlación determinó el coeficiente rho de Spearman entre las 80 variables de decisión y de resultado que contenía el cuestionario, para conocer de entre este gran número de variables, las variables de resultado que mejor definen el éxito y las variables de decisión que son mejores indicadores de la integración y el comportamiento del equipo y que pueden influir en el éxito de la obra. Las conclusiones de este análisis se indican a continuación.

- De las 33 variables de resultado que contenía el cuestionario, 14 variables se relacionan significativamente con las variables de decisión. De estas 14 variables, finalmente se seleccionan tres: (1) el éxito del proceso diseño-construcción; (2) la satisfacción general con la calidad; y (3) las quejas de los usuarios. La selección se hace en base a que los principales objetivos de los promotores de las obras, objeto del estudio, son la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales. Por otro lado estas variables permiten sintetizar múltiples facetas de éxito que algunas de las medidas más cuantitativas, como por ejemplo el incremento de los costes o de los plazos. Las tres variables de resultado seleccionadas pueden combinarse en una única variable para medir el éxito en las obras y permitir abordar, en estudios

posteriores, cómo influyen la integración y el comportamiento del equipo en el éxito de las obras.

- De las 47 variables de decisión que contenía el cuestionario, solo 8 variables mostraron relación significativa con las variables de resultado. Atendiendo a cuestiones más prácticas, estas correlaciones de forma aislada tienen poco valor para explicar el éxito obtenido en las obras. Por otro lado, en el análisis se observó que estas ocho variables de decisión junto con otras ocho variables, en total 16 variables de decisión, mostraban entre ellas correlaciones significativas. Las variables observadas medían aspectos relacionados con la licitación, el contrato y el comportamiento del equipo. La combinación de estas variables permitirá obtener un mayor número de medidas de integración y de comportamiento del equipo que pueden aumentar la probabilidad de obtener mejores resultados. El estudio de estas variables de decisión identificadas como los mejores indicadores de la integración y el comportamiento del equipo se abordan con técnicas de análisis multivariante.

### **4.3 Análisis de componentes principales**

#### **4.3.1 Resultados y discusión**

Para explicar mejor las correlaciones dentro del conjunto de variables de decisión identificadas a partir del análisis de correlación mediante un número reducido de factores, se llevó a cabo un análisis factorial que utiliza como método de extracción de factores el análisis de componentes principales (ACP). Este método se utiliza cuando se pretende resumir la mayoría de la información original (varianza) en un número reducido de factores que puedan representar a las variables originales (Hair et al. 2013).

El ACP calcula un número menor de variables (llamados factores o componentes principales) que son una combinación lineal de las variables originales, así como independientes entre ellos; su promedio es 0 y su desviación estándar es de 1. El objetivo es que los nuevos factores contengan tanta información como sea posible desde el escenario original basado en las relaciones entre las variables, pero simplificando la estructura de la información (Jolliffe 2002).

El análisis factorial se inició con las 16 variables de decisión observadas en el análisis de correlación. Algunos autores (Hatcher 1994; Streiner 1994) recomiendan que deben existir 4 o 5 observaciones por variable, teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra es de 31 obras, se seleccionaron finalmente ocho variables. El proceso para seleccionarlas fue a través de un proceso gradual aplicado al análisis de componentes

principales. Las variables con una medida de adecuación muestral de menos de 0,5 se fueron excluyendo una por una del análisis (Field 2013; Hair et al. 2013), hasta obtener una serie final de ocho variables (Hair et al. 2013; Martín et al. 2007). Las variables seleccionadas son las que se incluyen en la Tabla 42.

A partir de las ocho variables identificadas para explicar la integración y el comportamiento del equipo (Tabla 42) se realiza el análisis factorial para descubrir las principales variables macro (o factores) que explican el éxito de las obras.

**Tabla 42: Matriz de correlaciones**

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Tipología del promotor	1,000							
2. Procedimiento adjudicación constructor	-,801	1,000						
3. Relación previa promotor-constructor	-,501	,469	1,000					
4. Química	-,266	,194	,303	1,000				
5. Puntualidad de las decisiones	-,226	,062	,193	,502	1,000			
6. Compromiso del equipo	,167	-,185	,050	,547	,368	1,000		
7. Experiencia obras similares promotor	,050	-,189	,038	,326	,250	,399	1,000	
8. Experiencia obras similares constructor	-,170	,114	,190	,381	,123	,352	,680	1,000

a. Determinante = ,032

Fuente: Elaboración propia

La adecuación del conjunto de datos para un ACP está marcada por la prueba esférica de Bartlett ( $p < 0,001$ ) y por la Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) medida de adecuación de la muestra. Para esta prueba (KMO= 0,658) una potencia superior a 0,600 puede considerarse válida (véase Tabla 43); además, el determinante es 0,032 mayor que  $10^{-5}$  (ver Tabla 42). Por lo tanto, las variables están correlacionadas y tiene sentido hacer el análisis factorial (Field 2013).

**Tabla 43: KMO y prueba de Barlett**

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		,658
	$\chi^2$ aproximado	84,501
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	28
	Sig.	,000

Fuente: Elaboración propia

Por último, para determinar la conveniencia del análisis, se estudia la matriz de correlaciones anti-imagen, que contiene los valores negativos de los coeficientes de correlación parcial. En la diagonal de la matriz de correlaciones anti-imagen se tiene otra medida de adecuación de la muestra que viene a ser como los KMO, pero para variables individuales. La interpretación es como la del KMO; los valores han de estar por encima de 0,5 (Martín et al. 2007). Las medidas de adecuación de la muestra de la diagonal son altas (Tabla 44), por lo que las variables están correlacionadas.

**Tabla 44: Matriz anti-imagen**

Correlación anti-imagen	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Tipología del promotor	,612 <sup>a</sup>							
2. Procedimiento adjudicación constructor	,706	,606 <sup>a</sup>						
3. Relación previa promotor-constructor	,186	-,138	,901 <sup>a</sup>					
4. Química	,101	-,077	-,110	,747 <sup>a</sup>				
5. Puntualidad de las decisiones	,257	,148	-,030	-,310	,647 <sup>a</sup>			
6. Compromiso del equipo	-,255	,022	-,034	-,446	-,188	,705 <sup>a</sup>		
7. Experiencia obras similares promotor	,056	,269	,011	-,017	-,179	-,062	,599 <sup>a</sup>	
8. Experiencia obras similares constructor	,065	-,147	-,047	-,125	,229	-,148	-,667	,594 <sup>a</sup>

a. Medida de adecuación muestral

Fuente: Elaboración propia

Para extraer los factores se utiliza el criterio de Kaiser, que establece que los valores propios superiores a 1 se deben considerar los componentes principales (Kaiser 1960). En la Tabla 45 se observa que los tres primeros valores cumplen con este criterio. El tanto por ciento de varianza que explican cada uno de ellos es 34,87%, 27,53% y 13,42%, respectivamente. En total explican entre los tres aproximadamente el 76% de la varianza observada en el conjunto de datos de entrada.

**Tabla 45: Varianza total explicada**

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,790	34,873	34,873	2,790	34,873	34,873	2,353	29,413	29,413
2	2,202	27,531	62,404	2,202	27,531	62,404	1,912	23,903	53,315
3	1,074	13,429	75,834	1,074	13,429	75,834	1,801	22,518	75,834
4	,627	7,835	83,669						
5	,559	6,988	90,657						
6	,336	4,196	94,854						
7	,244	3,051	97,904						
8	,168	2,096	100,000						

Fuente: Elaboración propia

Además, para cada variable, hay una proporción de la varianza, o comunalidad, que es compartida con otras variables. La comunalidad mide la proporción de la varianza explicada por los factores o componentes principales (Field 2013). En la Tabla 46, se muestran las comunalidades obtenidas después de realizar el análisis.

**Tabla 46: Comunalidades**

Variables	Inicial	Extracción
1. Tipología del promotor	1,000	,845
2. Procedimiento adjudicación constructor	1,000	,833
3. Relación previa promotor-constructor	1,000	,539

Variables	Inicial	Extracción
4. Química	1,000	,741
5. Puntualidad de las decisiones	1,000	,705
6. Compromiso del equipo	1,000	,705
7. Experiencia obras similares promotor	1,000	,816
8. Experiencia obras similares constructor	1,000	,883

Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la interpretación de los factores se realizan las denominadas rotaciones factoriales. La rotación factorial selecciona la solución más sencilla e interpretable. Consiste en hacer girar los ejes de coordenadas que representan a los factores hasta conseguir que se aproximen al máximo a las variables en las que están saturados (Martín et al. 2007). Después de aplicar una rotación Varimax, las puntuaciones de las ocho variables para los tres componentes principales identificados en el ACP se muestran en la Tabla 47. Para facilitar todavía más la interpretación, se ordenan las variables de modo, que se agrupan las variables con cargas altas en un componente y no aparecen las cargas factoriales bajas. No se han mostrado las cargas factoriales con valores menores de 0,400, teniendo en cuenta el tamaño de la muestra. El análisis de la matriz de componentes rotados conduce a un número reducido de factores que pueden explicar el éxito de las obras.

**Tabla 47: Matriz de componentes rotados**

Variables	FACT1	FACT2	FACT3
1. Tipología del promotor	-,917		
2. Procedimiento adjudicación constructor	,909		
3. Relación previa promotor-constructor	,700		
4. Química		,826	
5. Puntualidad de las decisiones		,770	
6. Compromiso del equipo		,725	
7. Experiencia obras similares promotor			,915
8. Experiencia obras similares constructor			,865

Fuente: Elaboración propia

Estos tres componentes principales se pueden interpretar de la siguiente manera:

- **La organización del promotor.** Está compuesto por las variables originales: tipología del promotor; procedimiento de adjudicación del constructor y la relación previa entre promotor y constructor. La organización del promotor es la forma en la que la propiedad controla las diferentes fases del proceso proyecto-construcción y establece las funciones y responsabilidades de los participantes en el proceso.
- **El comportamiento del equipo.** Se compone de las variables: química, puntualidad de las decisiones del promotor y el compromiso del equipo con los objetivos de la obra. El comportamiento del equipo es el nivel de

interacción que se establece entre los participantes del equipo para funcionar como una sola unidad.

- **La experiencia en la obra.** Contiene las variables originales: experiencia en obras similares del promotor y experiencia en obras similares del constructor. La experiencia en la obra es el conjunto de conocimientos y aptitudes que los agentes principales, promotor y constructor, han adquirido al haber participado anteriormente en la construcción de una obra del mismo tipo o similar.

Para evaluar el ajuste del modelo, se observan los residuos (diferencias entre las correlaciones observadas y las correlaciones producidas) en la matriz de correlaciones reproducidas (Tabla 48). Un 39% de los residuos presentan valores absolutos mayores que 0,05. Aunque no existen reglas se recomienda que este valor esté por debajo del 50%; si es así, el modelo reproduce bien las correlaciones, por tanto es un modelo factorial adecuado.

**Tabla 48: Matriz de correlaciones reproducidas**

<b>Correlación reproducida</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1. Tipología del promotor	,845 <sup>a</sup>							
2. Procedimiento adjudicación constructor	-,830	,833 <sup>a</sup>						
3. Relación previa promotor-constructor	-,655	,621	,539 <sup>a</sup>					
4. Química	-,293	,186	,367	,741 <sup>a</sup>				
5. Puntualidad de las decisiones	-,183	,091	,265	,667	,705 <sup>a</sup>			
6. Compromiso del equipo	,164	-,269	,018	,595	,554	,705 <sup>a</sup>		
7. Experiencia obras similares promotor	,090	-,174	,042	,383	,145	,502	,816 <sup>a</sup>	
8. Experiencia obras similares constructor	-,184	,109	,237	,384	,086	,359	,793	,883 <sup>a</sup>
<b>Residual<sup>b</sup></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1. Tipología del promotor								
2. Procedimiento adjudicación constructor	,029							
3. Relación previa promotor-constructor	,154	-,152						
4. Química	,028	,009	-,065					
5. Puntualidad de las decisiones	-,043	-,028	-,072	-,164				
6. Compromiso del equipo	,003	,084	,033	-,049	-,187			
7. Experiencia obras similares promotor	-,040	-,015	-,004	-,058	,105	-,103		
8. Experiencia obras similares constructor	,015	,005	-,047	-,003	,038	-,007	-,113	

a. Comunalidades reproducidas

b. Hay 11 (39,0%) residuales no redundantes con valores absolutos mayores que 0,05.

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2 Conclusiones del análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP) se realiza con el objetivo de reducir el número de variables de decisión identificadas perdiendo la menor cantidad de información posible. Este análisis extrae nuevos componentes principales o factores

que serán una combinación lineal de las variables originales. El análisis factorial se inició con las 16 variables de decisión observadas en el análisis de correlación, pero debido al tamaño de la muestra y con el objetivo de facilitar un adecuado funcionamiento de la técnica estadística, finalmente se seleccionaron ocho variables de decisión. Las conclusiones del análisis son las siguientes:

- El ACP extrae tres factores que pueden influir en el éxito de las obras y que son una combinación lineal de las ocho variables de decisión originales:
  - **La organización del promotor:** es la forma en la que la propiedad controla las diferentes fases del proceso proyecto-construcción y establece las funciones y responsabilidades de los participantes en el proceso.
  - **El comportamiento del equipo.** Es el nivel de interacción que se establece entre los participantes del equipo para funcionar como una sola unidad.
  - **La experiencia en la obra.** Es el conjunto de conocimientos y aptitudes que los agentes principales, promotor y constructor, adquieren al haber participado anteriormente en la construcción de obras del mismo tipo o similar.
- La validación de los resultados obtenidos, debido al tamaño de la muestra, no es posible por otras técnicas estadísticas. Con el fin de profundizar en el conocimiento de los factores encontrados, y validar los resultados, se plantea el uso de técnicas cualitativas (estudio de casos). La investigación cuantitativa se complementa con la investigación cualitativa. Este tipo de técnicas permitirá entender y discutir mejor los resultados encontrados.

#### 4.4 Estudio de casos

En este trabajo, se han aplicado técnicas cuantitativas a una muestra de edificios residenciales de promoción privada y se han identificado los factores de integración y comportamiento que influyen en el éxito; no obstante, es necesario validar estos resultados y encontrar el porqué de la influencia de esos factores y no otros. Este porqué puede ser investigado mediante métodos cualitativos. La metodología cualitativa que se propone utilizar es el estudio de casos. El proceso de la investigación del estudio de casos se ha explicado en el capítulo 3. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

**4.4.1 Definición de la unidad de análisis y selección de casos**

El primer paso es realizar una definición de la unidad de análisis. En este estudio, la unidad de análisis es la obra; la muestra se compone de 31 edificios residenciales de promoción privada. El siguiente paso es la selección de los casos; para ello se utiliza como herramienta el método denominado análisis comparativo cualitativo (*Qualitative Comparative Analysis, QCA*) (Jordan et al. 2011; Ragin 1987, 1994). En primer lugar se construye la matriz de datos para organizar la información e identificar posibles condiciones necesarias. Las condiciones causales identificadas son los tres factores obtenidos del análisis de componentes principales (organización del promotor, comportamiento del equipo y experiencia en la obra). La condición de resultado es el éxito general, que se obtiene como una representación de las tres medidas de éxito identificadas en el análisis de correlación: el éxito del proceso proyecto-construcción, la satisfacción general con la calidad y las quejas de los usuarios. En la matriz de datos (Tabla 49), el valor para cada factor se corresponde con la puntuación factorial obtenida a partir del análisis de componentes principales. El valor para las variables de resultado se corresponde con la calificación (escala Likert de 6 puntos) que cada promotor asignó: (a) al éxito del proceso proyecto-construcción de cada una de las obras; (b) a la satisfacción general con la calidad del edificio una vez construido; y (c) al número y magnitud de quejas recibidas por los usuarios finales una vez puesto en servicio el edificio.

**Tabla 49: Matriz de datos**

Código de la obra	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra	Éxito general		
				Éxito del proceso	Satisfacción general	Quejas de los usuarios
01	1,12663	-0,77093	1,13548	5	6	1
02	1,23920	0,14068	-0,69344	6	6	4
03	-1,31950	-0,51121	0,21350	5	6	1
04	-1,21229	-0,07724	0,50757	5	6	1
05	-0,93458	-0,85447	-1,50015	2	2	1
06	1,35460	-0,83068	-0,09246	5	5	4
07	1,09131	2,18649	-2,54776	5	5	2
08	-0,32698	0,14605	0,81119	6	6	2
09	-0,57398	0,56854	0,41336	5	6	1
10	-0,66759	0,70168	1,20705	5	6	1
11	1,23425	-0,30047	0,23016	5	4	2
12	1,13537	0,24056	0,82523	5	5	2
13	1,18365	-1,15077	0,50488	4	5	2
14	-1,23503	-1,14783	-2,06664	1	4	3
15	-0,56433	-0,16295	0,26084	6	5	1
16	-0,46868	0,04098	-0,68678	4	4	3
17	0,38474	-0,30542	0,22173	2	4	2
18	1,21786	1,40867	0,49429	5	6	1

Código de la obra	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra	Éxito general		
				Éxito del proceso	Satisfacción general	Quejas de los usuarios
19	1,01420	1,24228	0,55053	4	3	3
20	1,42730	-1,46010	-2,01859	4	5	2
21	-0,37177	1,30469	0,66736	3	5	
22	0,24838	1,32342	0,71765	6	5	2
23	-1,21515	0,05721	0,06418	4	4	4
24	-0,64833	0,74870	0,12855	5	4	2
25	1,14298	-0,82800	0,82665	4	4	3
26	-0,54564	-1,02275	-0,97395	4	3	4
27	0,34243	-0,67257	-0,06949	4	5	4
28	-1,37761	1,98488	-0,81851	4	4	3
29	-1,10916	-0,31740	1,10951	3	5	4
30	-0,63314	0,12158	-0,64207	3	6	5
31	-0,93913	-1,80363	1,22016	4	4	2

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar se construye la "tabla de la verdad". Se reproduce la misma matriz de datos utilizando un esquema binario que refleje el comportamiento de las variables (ver Tabla 50). Las variables se convierten en variables dicotómicas, reducidas en categorías binarias de atributo presente o valor alto (+) y de atributo ausente o valor bajo (-) (Jordan et al. 2011). En cada una de las obras, los valores para cada factor se consideran positivos o negativos en función del signo que presente la puntuación factorial determinada por el método de componentes principales. Para los valores de la variable éxito, se consideran positivas cuando al menos dos de las tres variables que miden el éxito son positivas (estaban por encima de la media); del mismo modo, cuando al menos dos variables de éxito están por debajo de la media, el atributo se considera negativo (Mollaoglu-Korkmaz et al. 2013).

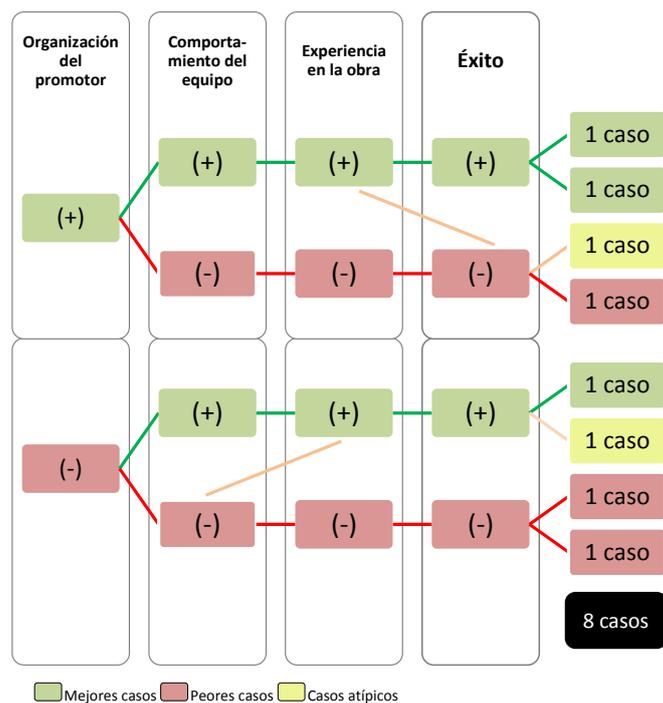
Tabla 50: Tabla de la verdad

Código de la obra	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra	Éxito
01	+	-	+	+
02	+	+	-	+
03	-	-	+	+
04	-	-	+	+
05	-	-	-	-
06	+	-	-	+
07	+	+	-	+
08	-	+	+	+
09	-	+	+	+
10	-	+	+	+

Código de la obra	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra	Éxito
11	+	-	+	+
12	+	+	+	+
13	+	-	+	+
14	-	-	-	-
15	-	-	+	+
16	-	+	-	-
17	+	-	+	-
18	+	+	+	+
19	+	+	+	-
20	+	-	-	+
21	-	+	+	-
22	+	+	+	+
23	-	+	+	-
24	-	+	+	+
25	+	-	+	-
26	-	-	-	-
27	+	-	-	-
28	-	+	-	-
29	-	-	+	-
30	-	+	-	-
31	-	-	+	-

Fuente: Elaboración propia

La selección de la muestra intencional se realiza con el método de casos extremos para encontrar ejemplos de unidades con éxito o fracaso. Para ello se ordenan todos los casos según el atributo que presentan los factores y la variable, en orden decreciente. El primer nivel de ordenación es el factor la organización del promotor, el segundo la variable éxito, el tercero el comportamiento del equipo y, por último, el factor experiencia en la obra. Una vez ordenados se seleccionan: (1) los mejores casos, (2) los peores casos, y (3) los valores atípicos que no encajan en un patrón regular, como se muestra en el esquema de la Figura 10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Esquema para la selección de casos

Los casos seleccionados se muestran en la Tabla 51. Para el estudio se seleccionan en total ocho casos:

- Las tres "mejores" obras, dos integradas y una no integrada desde el punto de vista de la organización del promotor (obras 18, 12 y 24 respectivamente).
- Las tres "peores" obras, una integrada y dos no integradas desde el punto de vista de la organización del promotor (obras 27, 26 y 14 respectivamente). Para obtener los casos que ofrecen la mayor oportunidad de aprendizaje, la obra 5 no fue seleccionada, aunque cumplía la condición de caso extremo, porque el promotor era el mismo que en la obra 14.
- Y dos casos atípicos. El primero de ellos (obra 19) presenta valores positivos en los tres factores independientes (condiciones causales), pero sin embargo no tuvo éxito. El segundo de ellos (obra 03) los dos factores que explican mayor variabilidad de la varianza (organización del promotor y comportamiento del equipo) fueron negativos, pero sin embargo la obra fue un éxito. Además ambas obras se llevaron a cabo por la misma empresa promotora.

Tabla 51: Selección de los casos

Código de la obra	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra	Éxito
18 <sup>a</sup>	+	+	+	+
12 <sup>a</sup>	+	+	+	+
22	+	+	+	+
07	+	+	-	+
02	+	+	-	+
19 <sup>c</sup>	+	+	+	-
11	+	-	+	+
01	+	-	+	+
06	+	-	-	+
20	+	-	-	+
13	+	-	+	+
25	+	-	+	-
17	+	-	+	-
27 <sup>b</sup>	+	-	-	-
24 <sup>a</sup>	-	+	+	+
10	-	+	+	+
09	-	+	+	+
08	-	+	+	+
15	-	-	+	+
04	-	-	+	+
03 <sup>c</sup>	-	-	+	+
23	-	+	+	-
21	-	+	+	-
16	-	+	-	-
30	-	+	-	-
28	-	+	-	-
31	-	-	+	-
29	-	-	+	-
05	-	-	-	-
26 <sup>b</sup>	-	-	-	-
14 <sup>b</sup>	-	-	-	-

(a) mejores obras (b) peores obras (c) casos atípicos

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.2 Diseño del protocolo del estudio de casos**

El protocolo de investigación elaborado en este estudio establece: (1) el método de recogida de datos mediante la realización de entrevistas grabadas al menos a un informador clave por caso; (2) la selección de los informadores clave (el representante del promotor en cada caso y en algún caso también el constructor); (3) la elaboración de dos cuestionarios estructurados según la tipología del promotor, como fuente de información; y (4) la secuencia cronológica para la realización de las entrevistas y la toma de datos. Esta secuencia consistió en entrevistar en primer lugar los mejores casos, en segundo lugar los peores casos y por último los dos casos atípicos.

Los cuestionarios se pueden consultar en el Anexo E. Cada uno de ellos incluye las cuestiones del estudio con los aspectos específicos que se pretenden investigar

- (a) Las funciones de diseño y construcción que la organización posee.
- (b) La influencia del proceso de contratación en la selección del constructor.
- (c) La influencia del equipo y la selección del constructor en los resultados de plazos, costes, éxito, satisfacción general y puesta en servicio del edificio.
- (d) Definición de las relaciones establecidas e interacción entre los miembros del equipo.
- (e) Descripción de las ventajas y desventajas de ser un promotor integrado (o no).
- (f) Descripción de las estrategias de la empresa para afrontar la crisis del sector inmobiliario sufrida en los últimos años.

#### **4.4.3 Proceso de recogida de los datos**

En primer lugar se contactó con los entrevistados por teléfono y se les explicó el objetivo de la investigación, el propósito de la entrevista y porqué se les había escogido. Durante la conversación se solicitó su consentimiento para realizar la entrevista y permitir el uso de grabadora; se les informó de la duración aproximada de la entrevista, así como el tratamiento confidencial que se le daría a la información recogida. A continuación se les envió un correo electrónico para concertar la fecha y hora de la entrevista y que propusieran el lugar, teniendo en cuenta que ésta iba a ser grabada. La mayoría de entrevistas se realizaron en las oficinas del entrevistado; solo algunas se realizaron en el despacho del entrevistador.

Aunque las entrevistas son estructuradas y a todos los entrevistados se les hicieron las mismas preguntas y en el mismo orden, durante las entrevistas se les permitió plena libertad para manifestar su respuesta con respecto a otros temas que pudieran estar relacionados con la cuestión principal. Era especialmente importante determinar las razones de las diferencias entre las configuraciones; por ello el entrevistador pidió

ejemplos y circunstancias específicas que pudieran representar mejor cada configuración. Cada entrevista tuvo una duración aproximada de dos horas.

#### **4.4.4 Registro y clasificación de los datos**

Las entrevistas grabadas fueron transcritas y se importaron a la base de datos de análisis de datos cualitativos ATLAS.ti 7<sup>®</sup>. Tras varias lecturas, la información se codificó y se organizó en tablas de cara a facilitar su análisis (Charmaz 2006). Se elaboró una tabla para cada uno de los factores objeto del estudio. La información se organizó en dos tablas: una tabla recogía la información de las obras que habían tenido éxito y la otra tabla, la información de las que no lo habían tenido. En cada una de las tablas, las filas recogen los casos analizados (obras), ya que se buscaba un análisis comparativo (estudio de casos múltiple). Los casos analizados se identificaron con el código de la obra para respetar la privacidad y el anonimato de los participantes en el estudio. Las columnas recogen las citas más interesantes con respecto a los tres factores de estudio: (1) organización del promotor (2) comportamiento del equipo y (3) experiencia en la obra. Estas tablas se pueden consultar en el Anexo F.

#### **4.4.5 Análisis e interpretación de los datos**

La información procedente de las entrevistas se analiza, para cada uno de los factores encontrados en el análisis de componentes principales, junto con la revisión de la literatura y los datos cuantitativos para entender de forma definitiva e interpretar los resultados en este estudio. Esta triangulación de fuentes de información permite a su vez hacer una valoración propia de la fiabilidad y validez de los resultados que se muestran. La validación cruzada es una importante contribución para apoyar la presente investigación. Los resultados de esta investigación, por lo tanto se derivan de la triangulación de la revisión bibliográfica, el análisis cuantitativo de los datos de la encuesta, y un estudio de casos múltiple.

#### **Organización del promotor**

La investigación cuantitativa de los datos proporciona una definición de la organización del promotor en el sector de la construcción español. Aunque los promotores españoles no se benefician de estrategias de contratación más integradas, pueden alcanzar en la forma de organizarse niveles de integración más altos a través de tres medios: (1) incluyendo en el negocio principal los servicios de construcción; (2) haciendo uso de criterios de calificación no basados exclusivamente en el precio a la hora de seleccionar los miembros clave del equipo; y (3) apoyándose en las relaciones anteriores para mejorar la integración al realizar la selección del equipo. Esta definición de la integración está de acuerdo con los resultados de otras

investigaciones, en particular las de Kumaraswamy et al. (2005a) y Rahman y Kumaraswamy (2008), quienes indicaron que circunstancias similares tienen lugar en la contratación relacional (*Relational Contracting, RC*). Este tipo de contratación es más flexible y permite adoptar prácticas de trabajo en colaboración a través de relaciones más cooperativas entre las partes contratantes. Los hallazgos encontrados en la presente investigación apoyan algunos de estos factores: las competencias del promotor, las interacciones previas, una cultura organizativa que promueve el compromiso del equipo en términos de confianza, comunicación abierta y el espíritu de trabajo en equipo, y una mejor selección de los participantes que cooperan y fomentan el trabajo en equipo.

Como se observa en la estadística descriptiva expuesta en la Tabla 19, el 42% de la población de la encuesta está compuesta por promotores que mantienen los servicios de construcción dentro de sus empresas ("integrados"). Es la forma que más se parece a una estrategia de contratación de proyecto y obra (Design Build, DB), pero debido a las particularidades de la industria española y los requisitos legislativos y normativos (De La Cruz et al. 2006; Pellicer y Victory 2006), estos promotores contratan los servicios del diseño a través de un contrato independiente con un arquitecto (o empresa). Intuitivamente, estos promotores podrían haber optado por desprenderse de sus servicios de construcción durante la crisis financiera, sin embargo, este no fue el caso. En las entrevistas de casos de estudio, estos promotores coincidieron en los beneficios de contar con los servicios de construcción dentro del negocio principal, ya que en este tipo de empresas es más fácil conseguir alinear al equipo de trabajo con los objetivos y las necesidades específicas de la obra. Como ejemplo, la declaración de un promotor integrado, representativa de las obras entrevistadas que alcanzaron el éxito, señala lo siguiente:

*"La cultura de esta empresa es trabajar en equipo y ayudar a lograr el objetivo común. Esto se consigue mediante la transmisión de arriba hacia abajo, el fomento de la comunicación y las buenas relaciones".*

Por el contrario, un tema común para los promotores tradicionales que externalizan el contrato de la ejecución de la obra a una empresa constructora está representado por la siguiente declaración:

*"No pudimos conseguir que el equipo tuviese un criterio único y común, ya que los objetivos del promotor eran completamente diferentes a los objetivos del constructor".*

Si bien puede ser difícil mantener una plantilla grande de personal en tiempos de disminución de la actividad, debido a factores económicos externos, parece que los

promotores-constructores (o promotores "integrados") españoles continúan manteniendo estos servicios, incluso en tiempos de crisis.

El uso de criterios de calificación no basados exclusivamente en el precio, a la hora de seleccionar a los miembros clave del equipo y la selección de los equipos con los que se ha tenido una experiencia previa, en conjunto, permiten que los promotores españoles mejoren la integración y la colaboración del equipo y aumenten sus posibilidades de éxito. La legislación española y las prácticas en el sector de la construcción están abiertas al uso de la mejor relación calidad-precio, los criterios de selección basados en el mejor valor (*Best-Value*) y el procedimiento de contratación a un candidato único (De La Cruz et al. 2006). Como se descubrió en las entrevistas del estudio de caso de las mejores y peores obras, el uso de factores ajenos al precio en la selección de los candidatos con la posterior negociación de los precios produjo mayores niveles de integración del equipo. La declaración de un promotor-constructor ("integrado"), es representativa de los resultados en la mayoría de las obras entrevistadas que alcanzaron un nivel alto de éxito:

*"La selección del equipo se realizó eligiendo profesionales de reconocido prestigio, con experiencia, y contrastada por nosotros en obras anteriores [...] En esta obra solo se contrataron empresas que habían trabajado anteriormente con nosotros y que sabíamos que iban a realizar bien su trabajo".*

Declaraciones similares se encontraron incluso en los estudios de casos atípicos. A continuación se incluye la declaración de un promotor tradicional ("no integrado") que externalizó los contratos de diseño y construcción, pero se basó en el uso de criterios de calificación no basados exclusivamente en el precio, y aunque en el análisis cuantitativo resultó con comportamiento del equipo negativo, obtuvo éxito en la obra:

*"Éramos empresas con objetivos diferentes, pero por ambas partes teníamos un objetivo común; avanzamos todos en la misma dirección, y se logró el objetivo [...] En esta obra se realizó una buena selección del equipo, había dedicación plena por parte de la promotora y por parte de la constructora, y aunque hubieron algunos problemas en las relaciones, se trabajó muy bien".*

Las obras en las que el promotor tuvo en cuenta criterios no basados exclusivamente en el precio y se basó en las relaciones anteriores para la selección del equipo, tuvieron mejores resultados. Esto concuerda con los hallazgos de investigaciones previas en lo que respecta a los factores de selección distintos del precio (Bergman y Lundberg 2013; Molenaar y Johnson 2003; Wang et al. 2013) y el trabajo repetitivo con los miembros clave del equipo (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992).

### **Comportamiento del equipo**

Otros estudios han encontrado que los promotores pueden aumentar la posibilidad de éxito en la obra a través de la promoción de comportamientos integrados en el equipo (Akintoye y Main 2007; Baiden et al. 2006; Franz 2014; Larson 1997). El estudio confirma esa tendencia, y, específicamente, se encontraron en el análisis cuantitativo de los datos, que los comportamientos integrados del equipo están más influenciados por la puntualidad de la comunicación de las decisiones del promotor, el compromiso del equipo con los objetivos de la obra y la química del equipo, esto lo cumplen las obras con más éxito de la muestra estudiada. En el sector español, estos comportamientos se fomentan durante la construcción; después de la fase de diseño y la adjudicación del contrato de la obra. El promotor, obviamente, tiene un control directo sobre la puntualidad de sus decisiones. La promoción del compromiso con los objetivos comunes y un ambiente para fomentar la química del equipo; son aspectos sobre los que el promotor puede influir solo indirectamente. Los promotores más integrados que funcionan como una única organización en la construcción de sus obras, tienen una mejor oportunidad para una respuesta oportuna. Los equipos de trabajo con comportamientos integrados en las obras que obtuvieron éxito coincidieron unánimemente en el compromiso del equipo con los objetivos de la obra. Las siguientes declaraciones muestran el contraste entre obras con éxito con comportamientos de equipos integrados y obras sin éxito que carecían de los comportamientos de equipos integrados:

*"El constructor se comprometió con los objetivos desde el principio de la obra; el nivel de compromiso fue alto porque pudimos alcanzar un punto intermedio entre los objetivos de una empresa y de la otra".*

*"El nivel de éxito se debe en gran parte a la confianza que teníamos entre los miembros del equipo".*

*"Este proyecto era una apuesta muy importante y necesitábamos el compromiso de todos. La comunicación entre el promotor y el constructor fue constante y eficaz".*

*"Durante la construcción no hubo equipo. Éramos un grupo de personas que se vieron obligadas a trabajar juntas, cada una con diferentes intereses".*

*"En esta obra, el constructor tuvo en cuenta solo sus intereses y no tomó en cuenta los intereses comunes de todos [...] Se depositó una gran confianza en el constructor y no respondió a esta confianza, porque sus intereses no eran los mismos que los del promotor".*

*"Faltaba comunicación entre promotor y constructor. No se atendían mutuamente; cada uno atendía a sus intereses".*

Declaraciones similares también se encontraron a lo largo de las entrevistas detalladas del estudio de caso, incluso en los estudios de casos atípicos. Como ejemplo, se incluye uno de los casos con comportamientos integrados positivos, pero sin éxito en la obra:

*"En el equipo existía química, porque llevamos muchos años trabajando juntos, pero hubo un exceso de confianza y el equipo no se comprometió lo suficiente [...] La comunicación era constante pero demasiado informal y finalmente no se pudo conseguir el nivel de compromiso adecuado para conseguir el objetivo final".*

Mientras que la influencia de los promotores en el compromiso con los objetivos y la química del equipo no puede ser tan directa como en la puntualidad de la comunicación de sus decisiones, su influencia indirecta es importante; los promotores, especialmente al inicio cuando deciden la formación del equipo, pueden influir en el ambiente para fomentar el compromiso y la química durante todo el proceso. No obstante, la implicación del promotor debe ser continua en el fomento de la colaboración y el compromiso del equipo durante todo el proceso proyecto-construcción del edificio.

Los equipos que se contrataron con relaciones de trabajo previas aumentaron la probabilidad de éxito en las obras que se estudiaron, y este hallazgo se corroboró también en la literatura. Algunos de los participantes en el estudio de casos señalaron las relaciones anteriores como un medio para lograr comportamientos integrados y obras con mayor éxito. Uno de los promotores, en el caso de una obra con éxito y con el comportamiento en la integración del equipo positivo, explicó:

*"En esta obra contratamos solo aquellas empresas que habían trabajado con nosotros antes y que sabíamos que iban a estar comprometidos [con los objetivos de la obra]... Hubo una gran coordinación entre los miembros del equipo".*

Esta conclusión está apoyada por numerosos estudios sobre la integración del equipo. Nam y Tatum (1992) encontraron que las relaciones a largo plazo fueron uno de los cuatro medios no contractuales de lograr la integración en obras de construcción y la creación de equipos eficaces. La literatura y el resultado encontrado en el estudio muestran que la selección con experiencia previa, promueve comportamientos como la alineación de objetivos y la confianza mutua, que es un

aspecto crítico en el desarrollo de la integración del equipo (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992).

Otras investigaciones han demostrado que el trabajo en equipos integrados con experiencia previa en conjunto también ha sido visto como un medio para lograr una ventaja competitiva (Baiden et al. 2006), lo cual es particularmente importante ya que el sector de edificación residencial se encuentran en un momento de recesión. El éxito en el proceso proyecto-construcción, por lo tanto, es una ventaja competitiva clave para el promotor (Pellicer et al. 2012b).

### **Experiencia en la obra**

Además de la experiencia de trabajar juntos en ocasiones anteriores, la investigación cuantitativa de los datos proporcionó una definición de la experiencia en la obra, como el conjunto de conocimientos y aptitudes que promotor y constructor adquieren al haber participado anteriormente en la construcción de una obra del mismo tipo o similar. Esta experiencia mejora las habilidades de los miembros del equipo para proporcionar obras similares en el futuro. Como se reveló en las entrevistas del estudio de casos de las mejores y peores obras, la experiencia previa en la promoción y construcción de edificios similares es uno de los factores claves del éxito. La declaración de un promotor de una obra que no tuvo éxito y con poca experiencia en la obra y la de un constructor en una obra de éxito con mucha experiencia en la construcción de edificios similares, son representativas de los resultados en la mayoría de las obras entrevistadas:

*"El constructor tenía poca experiencia en este tipo de edificios [...] Con más experiencia, el resultado final habría sido mucho mejor".*

*"La experiencia es una de las claves del éxito. La experiencia te permite adelantarte a las incidencias si ya has realizado viviendas similares [...] Es fundamental por ejemplo, en el conocimiento de ciertos materiales con los que has trabajado anteriormente y te han dado problemas. En esta obra utilizamos mortero auto-nivelante, al principio de utilizarlo en otras obras se fisuraba y se agrietaba con el tiempo. Todo esto lo hemos ido corrigiendo. Ahora sabemos cuándo ocurre y cómo hay que actuar para solucionarlo".*

Esta definición de la experiencia está de acuerdo con los resultados de otras investigaciones, en particular la de Sanvido et al.(1992) en cuya investigación encontraron cuatro factores críticos de éxito, siendo uno de ellos, la experiencia en la gestión, planificación, diseño, construcción y mantenimiento de obras similares.

En estos momentos en el sector de la construcción, y en particular las empresas que llevan a cabo la promoción y construcción de edificios de viviendas, se están viendo obligadas a trasladarse a nuevos mercados con nuevos socios para salir de la crisis financiera (Oviedo-Haito et al. 2014). La investigación muestra que hay una mayor probabilidad de éxito si trabajan juntos equipos, con experiencia previa en edificios similares.

#### **4.4.6 Conclusiones del estudio**

Tras definir el objetivo y el propósito del estudio, se seleccionan ocho casos claves para ser analizados en profundidad. Se realizó el diseño de un protocolo de estudio de casos que permitiera la recopilación de los datos de una manera organizada. Los datos recogidos mediante entrevistas grabadas se analizaron e interpretaron para cada uno de los factores de éxito encontrados en el análisis de componentes principales, junto con la revisión de la literatura y los datos cuantitativos para entender de forma definitiva e interpretar los resultados en este estudio. Derivadas del análisis e interpretación de la información, se obtienen las conclusiones del estudio y sus implicaciones:

- El estudio encontró que una organización del promotor con niveles altos de integración influye positivamente tanto en el comportamiento del equipo como en el éxito de la obra. Estos niveles de integración comprenden promotores que incluyen en el negocio principal los servicios de construcción, promotores que hacen uso de criterios de selección de los participantes del equipo, no basados exclusivamente en el precio, y promotores que tienen en cuenta las relaciones anteriores para mejorar la integración al realizar la selección del equipo. Cuanto más alto es el nivel de integración del promotor más fácil resulta conseguir alinear al equipo con los objetivos y las necesidades específicas de la obra.
  
- El estudio confirmó que la organización del promotor, el comportamiento del equipo, y la experiencia en la obra, son factores claves en el éxito de la obra. Estos tres factores tienen una influencia positiva en el éxito de las obras y también contribuyen directamente a los comportamientos positivos del equipo. Los equipos con un comportamiento integrador crearán un clima adecuado, interactuarán e intercambiarán información para encontrar soluciones a los problemas que requieran de los conocimientos de cada uno de los miembros del equipo. Este comportamiento es fundamental para generar la confianza y el compromiso, que son necesarios para alcanzar el éxito en las obras. La comprensión de estas relaciones hará que los promotores de edificios

sean más conscientes de cómo su decisión en la selección del equipo desde el inicio, influirá en el desarrollo de sus equipos de obra.

- El estudio no identifica un único factor que pueda predecir el éxito de la obra. Más bien parece que una combinación de variables necesita estar presente para aumentar la probabilidad de éxito. Estas variables consideran cómo el promotor organiza el equipo (con la selección de equipos cualificados que permiten la alineación del equipo con los objetivos de la obra), y promueve un comportamiento integrador en el equipo (puntualidad de la comunicación de sus decisiones, fomentar la buenas relaciones y lograr que los miembros del equipo compartan el compromiso con los objetivos de la obra) durante todo el proceso proyecto-construcción del edificio para alcanzar el éxito. Sobre la base de sus objetivos específicos, los promotores deben seleccionar un equipo en el que se cree un ambiente de equipo apropiado para la obra. El promotor tiene un papel muy importante al inicio, cuando conforma el equipo. No obstante este esfuerzo debe ser continuo y debe fomentar en la medida de lo posible la colaboración y el compromiso del equipo en todas las fases del proceso proyecto-construcción del edificio.

#### **4.5 Resumen del capítulo**

Los resultados presentados en este capítulo describen las características del conjunto de datos que forman la muestra y determinan el conjunto de variables que se necesitan para aumentar la probabilidad de obtener mayores niveles de éxito en las obras. Estos resultados, que se determinan mediante análisis cuantitativo se complementan con un análisis cualitativo que permite interpretar los resultados y obtener una comprensión más profunda de lo que ocurre durante la construcción. Los resultados obtenidos permiten identificar la influencia de la integración y el comportamiento del equipo en el éxito de la construcción de edificios de viviendas de promoción privada en España. En el siguiente capítulo, se realiza una comparación de los resultados obtenidos con una investigación paralela realizada en Estados Unidos.

## CAPÍTULO 5

### COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE EE. UU Y ESPAÑA

En el presente capítulo, una vez analizada la muestra de obras españolas en profundidad, ésta se compara con una muestra similar de obras en Estados Unidos. En primer lugar se resumen los objetivos, las características de la muestra y los resultados de la investigación llevada a cabo en Estados Unidos. En segundo lugar, se comparan los resultados obtenidos en ambos países; esta comparación se realiza únicamente para el enfoque tradicional de contratación debido a las particularidades del escenario español. Los datos de la muestra en España se introducen en el modelo americano. La comparación permite identificar las diferencias y similitudes en los resultados obtenidos en las obras y la relación con la integración del equipo y la cohesión del grupo en Estados Unidos y España. Estos nuevos conceptos de "integración" y "cohesión" se definen a lo largo del capítulo. Por último, se describen las principales conclusiones que se deducen de la comparación de los resultados entre ambos países y se proponen unas recomendaciones prácticas, que pueden mejorar el entorno español; también se analizan algunas prácticas implementadas en el sector de la construcción español que puedan mejorar el entorno en Estados Unidos respecto al sistema de contratación tradicional.

#### 5.1 Introducción

La investigación paralela de los resultados entre Estados Unidos y España ha sido posible por la colaboración existente entre la *University of Colorado at Boulder*, la *Penn State University* y la *Universitat Politècnica de València*. Desde las primeras fases del estudio, el equipo de investigación de la UPV se incorporó al panel de expertos que se llevó a cabo en Washington DC en noviembre de 2012, para ayudar a completar el cuestionario de recogida de datos. A partir de ese momento tanto en la investigación norteamericana como en la española se utilizó el mismo modelo de cuestionario para la recogida de los datos y la misma base de datos para recopilar la información, con el objetivo de poder comparar posteriormente los resultados.

En la investigación norteamericana el estudio se realiza para las estrategias de contratación más comunes en los Estados Unidos: tradicional o diseño-licitación-construcción (DBB), dirección integrada de proyecto (CMR), proyecto-obra (DB) y proyectos integrados (IPD); no obstante, en España debido a las particularidades del

escenario español y a su mayor aplicación, la investigación incluye solo el método de contratación diseño-licitación-construcción (DBB). Por este motivo, se comparan los resultados entre ambos países únicamente para el enfoque tradicional de contratación (DBB). Los resultados de la comparación permiten identificar las diferencias y similitudes entre ambos países, y proponer medidas que sirvan para adaptar las mejores prácticas obtenidas del estudio norteamericano que puedan mejorar el entorno español. Por otro lado se plantea qué se puede mejorar en los EE. UU, analizando algunas prácticas específicas de integración implementadas en el sector de la construcción español.

## **5.2 La investigación en los Estados Unidos**

En este epígrafe se resumen los resultados publicados en los documentos: *"Maximizing success in integrated projects. An owner's guide. Version 0.9, May 2015."* (Leicht et al. 2015), *"Examining the role of integration in the success of building construction projects"* (Molenaar et al. 2015) y *"Modeling the role of team integration and group cohesion in construction project performance"* (Franz 2014).

### **5.2.1 Objeto de la investigación**

La investigación llevada a cabo en los Estados Unidos busca determinar de forma analítica, el papel de las estrategias de adquisición y la integración del equipo en el éxito del diseño y la construcción de obras de edificación, así como producir un conjunto de guías prácticas para que los promotores puedan maximizar el éxito de sus obras. El estudio explora las prácticas exitosas de los promotores respecto a los roles, integración del equipo, el comportamiento del equipo, las estrategias de adquisición, los métodos de contratación, y los resultados de rendimiento obtenidos en el diseño y la construcción de edificios.

### **5.2.2 Características de la muestra en Estados Unidos**

La muestra se compone de 204 edificios finalizados entre 2008 y 2013. Estos edificios se distribuyen en el territorio continental de Estados Unidos. Como se muestra en la Figura 11.



de equipos integrados durante todo el proceso, especialmente al inicio, tanto mediante el fomento de la participación de prácticas integradas como en la cohesión entre los miembros del equipo. El equipo básico está compuesto por el promotor, el proyectista, el contratista principal (o gerente de construcción) y una representación clave de los subcontratistas especializados (los subcontratistas de instalaciones y los subcontratistas de estructuras). En el estudio se determinó que la integración del equipo y la cohesión del grupo resultaron ser factores críticos de éxito. Estos factores se validaron mediante un análisis factorial confirmatorio. La definición de estos conceptos y las variables que los componen, se describen con más detalle a continuación.

*La integración del equipo* desde una perspectiva organizativa, es el grado en que todos los miembros del equipo que participan en el proceso proyecto-construcción se unen con un propósito común. Un equipo altamente integrado aprovecha la experiencia de los miembros individuales del equipo para mejorar el proceso de ejecución de la obra. Se utilizaron cinco medidas para evaluar la integración del equipo: la utilización de modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*), la participación de los miembros del equipo en el desarrollo de un plan de ejecución de BIM tanto en la fase de diseño como durante la construcción, reuniones durante la fase de diseño, el establecimiento de metas conjuntas y compartir espacio de trabajo durante la construcción. A continuación se explican con detalle, cada una de ellas:

- (1) *El número de aplicaciones de modelados de información de la construcción BIM* utilizadas a lo largo de todo el proceso de diseño y construcción del edificio. Este número se obtiene de sumar las aplicaciones seleccionadas en una lista predefinida en el cuestionario que incluía: el diseño arquitectónico, diseño de instalaciones de ingeniería, coordinación y detección de interferencias entre instalaciones (mecánicas, eléctricas y fontanería), la programación de obra, el diseño 3D y el modelo final para uso en fase de explotación. Cuantas más aplicaciones se utilizan mayor y más rico es el intercambio de información entre los miembros del equipo.
- (2) *La participación de los miembros del equipo en la planificación de BIM* es la proporción del equipo básico que estuvo involucrado en el desarrollo de un plan de ejecución de BIM durante las fases de diseño y construcción. Si no se utilizó BIM, la proporción fue considerada como cero. La proporción se calculó de acuerdo con la Ecuación (5-1), donde el denominador representa los cinco miembros básicos del equipo: promotor, arquitecto, contratista principal (o gerente de construcción), subcontratistas de instalaciones y subcontratistas de estructuras.

$$\text{Proporción de la participación} = \frac{\text{Número de participantes}}{5}$$

(5-1)

- (3) *La participación en reuniones de diseño* es la proporción de los miembros del equipo que asisten a las reuniones durante la fase de diseño para intercambiar opiniones. Estas reuniones se realizan durante las primeras etapas del diseño, para aprovechar la experiencia y la diversidad de los participantes, como parte de un proceso de diseño y planificación colaborativo. La proporción se obtuvo utilizando la Ecuación (5-1) indicando en el numerador el número de miembros del equipo que asisten a las reuniones de diseño. Si no se realizaron reuniones durante la fase de diseño del proyecto, la proporción fue considerada como cero.
- (4) *La participación en el establecimiento de objetivos de la obra* es la proporción del equipo que participa en la creación de las metas que se pretenden alcanzar en el proceso de diseño y construcción del edificio. En esta medida se investiga si el proceso de ajuste de la meta es de arriba hacia abajo o más interactiva. Valores bajos de la medida implican un enfoque de arriba hacia abajo, en el que las metas se establecen o bien únicamente por el promotor o con la consulta del arquitecto, y luego se transmiten al contratista principal y a los subcontratistas. Valores altos de la medida implican el establecimiento de metas más interactiva mediante un proceso que involucra a miembros del equipo de diferentes niveles en la discusión de las metas operacionales. Similar a las medidas anteriores, la proporción se calcula utilizando la Ecuación (5-1), en el numerador se indica el número de participantes que ayudan a establecer los objetivos.
- (5) *La participación en el espacio de trabajo compartido* es la proporción del equipo que compartían una oficina común o espacio de trabajo durante la fase de construcción. Si los miembros del equipo estaban en el lugar al mismo tiempo, pero se alojan en oficinas separadas no se consideraron como espacios de trabajo compartido. Esta medida no tiene en cuenta el tiempo durante el cual se comparte espacio de trabajo. La Ecuación (5-1) se utilizó para calcular la proporción y el numerador es la suma de participantes que compartieron espacio de trabajo durante la construcción. Si no se compartió oficina o espacio de trabajo, la proporción fue considerada como cero.

*La cohesión del grupo* es el grado en que los miembros del equipo funcionan como una sola unidad. El desarrollo de la cohesión del grupo es la etapa en la que los grupos recién formados comienzan la transición a un equipo eficiente. La cohesión del grupo

históricamente se ha considerado la variable más importante en el estudio de grupos pequeños (Carron y Brawley 2000). La cohesión del grupo se mide por: la puntualidad de la comunicación, el compromiso con los objetivos de la obra y la química del equipo. Se recogieron todas las medidas de cohesión del grupo en una escala Likert de seis puntos. Las medidas utilizadas para evaluar la cohesión del grupo se describen a continuación:

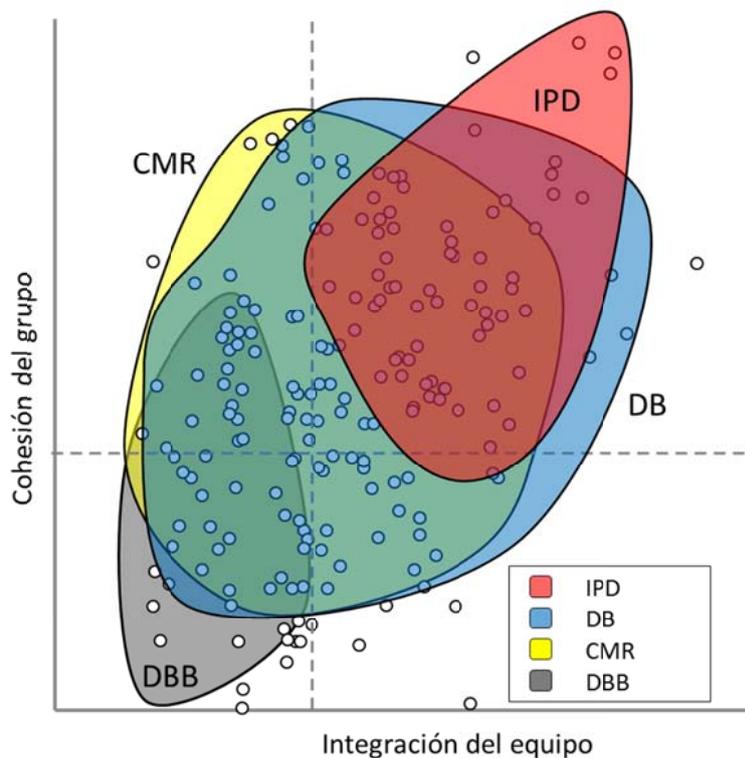
- (1) *La puntualidad de la comunicación* es la percepción de que la información proporcionada por otros miembros del equipo se recibe cuando es necesario. La escala de la puntualidad de la comunicación varió de "nunca a tiempo" a "siempre a tiempo". Esta medida surge del concepto de latencia de la información, que mide el tiempo que transcurre entre que un miembro del equipo solicita información y recibe una respuesta útil. Menor latencia se asocia con una mayor satisfacción del equipo (Cachere et al. 2009).
- (2) *Compromiso con los objetivos de la obra* es la medida percibida en la que todos los miembros del equipo se comprometen con los mismos objetivos, evaluado en una escala entre "muy débil" y "muy fuerte". El compromiso está influenciado por la creencia del equipo en la importancia de los resultados de la obra y que los objetivos son alcanzables de manera realista (Locke y Latham 2002).
- (3) *La química del equipo* es la percepción de la compatibilidad entre los miembros del equipo, que surgen de las diferencias en las personalidades y de las relaciones pasadas y presentes. La escala de la química del equipo varió de "pobre" a "excelente". Conceptualmente, la química del equipo se alinea estrechamente con la atracción intrapersonal (Festinger et al. 1950) y el orgullo de grupo (Bollen y Hoyle 1990) en la literatura sobre la cohesión del grupo.

Para poder conocer las relaciones entre las diferentes estrategias de contratación, la integración del equipo, la cohesión del grupo y los resultados de los rendimientos obtenidos (costes, plazos y calidad) se llevaron a cabo modelos de ecuaciones estructurales.

Las 204 obras se evaluaron a lo largo de estas dos dimensiones: la integración del equipo y la cohesión del grupo. La integración del equipo son equipos que llevaron a cabo prácticas integradas, que incluyeron la fijación de metas conjuntas, el uso y participación en el modelado de información de construcción (BIM), reuniones durante la fase de diseño y compartir espacio de trabajo durante la fase de construcción. La cohesión del grupo son equipos altamente comprometidos que promueven una cultura de colaboración dentro del equipo de trabajo; estos comportamientos incluyen

la química del equipo, la comunicación oportuna y el compromiso con los objetivos de la obra.

En la Figura 12 se muestra cómo las prácticas integradas y la cohesión del grupo se relacionan con las diferentes estrategias de contratación. Para los proyectos integrados (*Integrated Project Delivery, IPD*) se observa alta cohesión del grupo y alta participación en prácticas integradas. En la estrategia proyecto-obra (*Design-Build, DB*) se observa moderada cohesión del grupo y alta participación en prácticas integradas. En la dirección integrada de proyecto (*Construction Management at Risk, CMR*) se da alta cohesión del grupo y equipos con moderadas prácticas integradas. Por último el sistema tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*) presenta valores bajos tanto para la cohesión del grupo como para las prácticas integradas.



Fuente: (Molenaar y Sanz 2015) a partir de datos de (Molenaar et al. 2015)

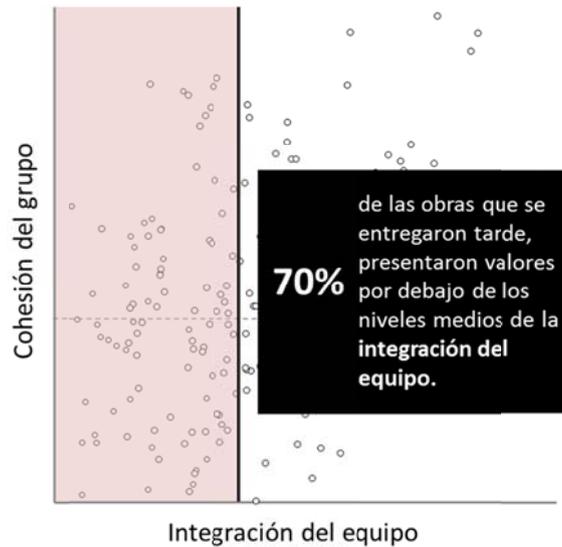
**Figura 12: Evaluación de las estrategias de contratación con los factores de éxito**

En cuanto a las relaciones encontradas entre las estrategias de contratación y los resultados de rendimiento obtenidos en las obras, el 84% de las obras con una estrategia de entrega de proyectos integrados (IPD), que se caracteriza por tener los más altos niveles tanto de la integración del equipo y la cohesión del grupo, alcanzó la terminación de las obras a tiempo o antes de los plazos previstos. Comparativamente, solo el 63% de las obras cuya estrategia de contratación era el sistema tradicional, con los niveles más bajos de integración del equipo y la cohesión del grupo, acabaron a

tiempo o en el plazo previsto. El 76% de las obras contratadas con dirección integrada de proyecto (CMR), con una integración de equipo moderada y alta cohesión, tuvo el mayor porcentaje de obras entregadas en el presupuesto previsto o por debajo del mismo. El sistema tradicional o diseño-licitación-construcción (DBB) fue la estrategia con menos probabilidades de cumplir con las metas de costes, con solo el 53% de obras que se ajustan en el presupuesto previsto.

Estos factores críticos de éxito son importantes en la comprensión de los mecanismos por los que los diferentes enfoques de contratación contribuyen al rendimiento de las obras. Los promotores que utilizaron estrategias de contratación que desarrollaron una participación temprana del equipo de trabajo compuesto por el promotor, proyectista, constructor y los subcontratistas especializados, tuvieron más éxito en cumplir o superar los objetivos de costes, plazos y calidad. Durante las fases de construcción, el estudio también encontró que en las obras que se obtuvieron mejores resultados, los equipos de trabajo llevaron a cabo prácticas integradas y desarrolladas en un grupo cohesionado. Las estrategias de contratación que requerían transparencia de costes con el uso de los libros de contabilidad “abiertos” (*Open Book*) en general, resultaron con equipos más cohesionados y un crecimiento del coste medio más bajo.

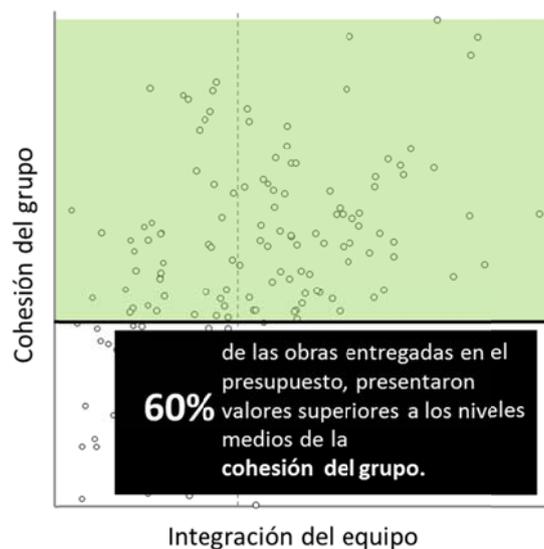
A pesar de las relaciones encontradas entre las estrategias de contratación y los resultados de rendimiento obtenidos en las obras, cada obra es única, no existe una sola estrategia de contratación que funcione para todos los promotores o para cada tipo de edificio. De forma general, las obras en las que los equipos de trabajo incluyeron prácticas integradas y los grupos de trabajo estaban altamente comprometidos en conductas que promueven una cultura compartida dentro del equipo, tuvieron un impacto medible en el rendimiento previsto. Este impacto fue especialmente notable en obras con poca o ninguna integración en el equipo. El 70% de las obras que se entregaron tarde, es decir, con más del 5% del incremento previsto, se encontraban por debajo de los niveles promedio de la integración del equipo.



Fuente: (Leicht et al. 2015)

**Figura 13: Relación entre la integración del equipo y los resultados de plazos**

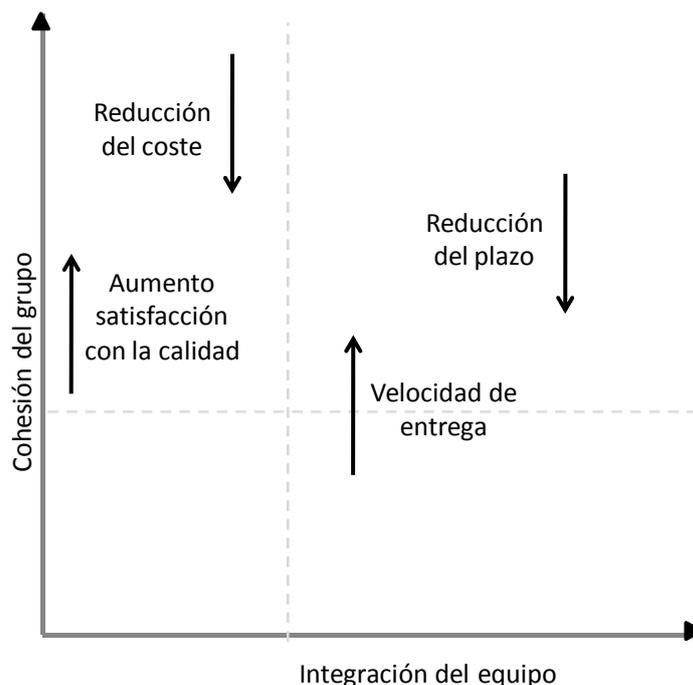
Los grupos cohesionados, es decir, con comportamientos, que incluía la formación de la química del equipo, la comunicación oportuna y el compromiso con los objetivos de la obra, fueron fundamentales en el cumplimiento de los objetivos de coste y de la calidad esperada por los promotores. El 60 % de las obras entregadas en el presupuesto, o con ahorros para el promotor, tenía niveles medios o superiores en la cohesión del grupo (ver Figura 14). Del mismo modo, el 71% de las obras donde los promotores expresaron su satisfacción con la calidad general del edificio presentaban niveles por encima del promedio de la cohesión del grupo



Fuente: (Leicht et al. 2015)

**Figura 14: Relación entre la cohesión del grupo y los resultados de costes**

La Figura 15 muestra un resumen de las relaciones entre los resultados de rendimiento obtenido en las obras y los dos factores críticos de éxito para los equipos que llevan a cabo prácticas integradas y se convierten en un grupo cohesionado. Las obras en las que los equipos llevan a cabo prácticas más integradas obtuvieron una reducción del incremento de plazo previsto y una mayor velocidad de entrega. Una mayor cohesión grupal condujo a una reducción del incremento de costes y una mayor satisfacción con la calidad general del edificio.



Fuente:(Leicht et al. 2015)

**Figura 15: Relación entre la integración y la cohesión del equipo con los resultados de rendimiento**

Una vez expuestos los objetivos, las características de la muestra y los resultados de la investigación llevada a cabo en Estados Unidos, se comparan con los resultados de la muestra de obras españolas. Para esta comparación se tienen en cuenta únicamente aquellas obras que en Estados Unidos se han llevado a cabo para la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB).

### 5.3 Comparación de resultados

Previamente a la comparación de los resultados de la muestra de obras españolas con una parte similar de la muestra de Estados Unidos, se describen las características de ambas muestras. Para comparar las muestras, en primer lugar, se analizan los resultados obtenidos en las obras españolas y las obras de Estados Unidos, ejecutadas por el sistema de contratación tradicional. Estos resultados son el tamaño de los

edificios construidos, la complejidad de las obras, los incrementos de costes y los incrementos de plazos de la construcción. En segundo lugar, se comparan las muestras analizando los resultados que se obtienen al incluir los datos de las obras en España en el modelo de estudio americano.

### 5.3.1 Características de la muestra en España

La muestra se compone de 31 edificios finalizados entre 2005 y 2013. Estos edificios se distribuyen principalmente en la Comunidad Valenciana y también en la Comunidad de Madrid y en Andalucía (ver Figura 16). Todos los edificios que componen la muestra son de tipo residencial y de promoción privada. Estos edificios comprenden desde viviendas unifamiliares de dos plantas de 480 m<sup>2</sup> hasta edificios de 22 alturas de casi 30.000 m<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Distribución geográfica de la muestra en España

El coste unitario de las edificaciones oscila de 400 a 1.450 €/m<sup>2</sup>, siendo el coste medio de aproximadamente 900 €/m<sup>2</sup>. Los costes unitarios incluyen el total de costes de diseño y construcción. Estos costes se actualizaron para poder comparar las obras construidas en diferentes años, bajo condiciones económicas variables. El valor del coste actualizado se obtuvo de multiplicar el coste unitario por un factor corrector. Este factor se calcula con la Ecuación (3-1) descrita en el apartado 3.4.8. El indicador utilizado en la ecuación es el índice de precios de consumo (IPC). El cálculo del IPC lo elabora mensualmente el Instituto Nacional de Estadística (INE 2015c).

La estrategia de contratación llevada a cabo por todos los promotores es el sistema tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build*, DBB), en el que el promotor ("tradicional" o "no integrado") realiza dos contratos separados para el diseño y la construcción de la obra. No obstante, en España, en el sector de la

edificación el promotor ("integrado") también puede actuar por sí mismo como contratista general, en cuyo caso únicamente contrata el diseño a un arquitecto. En este último caso, el constructor puede intervenir antes de la construcción de la obra, durante la fase de diseño, aunque su intervención se realiza una vez definido el proyecto, estudiando éste para detectar indefiniciones o proponer soluciones constructivas que reduzcan plazos y costes a la empresa, pero por lo general no se incorpora al proceso hasta el inicio de la construcción. El equipo de trabajo en España está formado principalmente por: promotor, arquitecto (y director de obra), constructor, subcontratistas de instalaciones y subcontratistas de estructuras. La participación en la licitación del constructor es generalmente por procedimiento restringido y la de los oficios más especializados es por procedimiento negociado. La adjudicación del contrato del constructor se realiza sobre la base del precio y otros factores (adjudicación multicriterio o concurso). La selección del constructor se basa principalmente en el precio, la calidad y la experiencia en obras similares. El promotor prefiere repetir el trabajo con un constructor con el que ha trabajado previamente. Las condiciones de pago que se utilizan comúnmente son el precio cerrado para el contratista principal y los especialistas de instalaciones y los precios unitarios para los trabajos de estructuras.

### **5.3.2 Características de la muestra en EE.UU. para el sistema de contratación tradicional**

En Estados Unidos, mediante el sistema tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build*, DBB), se obtuvieron 42 edificios (20%) de los 204 que componen la muestra. De estos 42 edificios, el 76% eran de promoción pública y el 24% eran de promoción privada. De entre los nueve tipos de edificios según su funcionalidad (comerciales, residenciales, de oficina, correccionales, educativo, industriales, de transporte, centros de salud e instalaciones deportivas), el tipo de instalación más representado fue el educativo, en el 43% de la muestra, y no se contrataron por este sistema edificios de transporte. Los edificios variaron en tamaño entre 500 m<sup>2</sup> y más de 90.000 m<sup>2</sup>, aunque el 79% eran de menos de 20.000 m<sup>2</sup> (ver Figura 17).

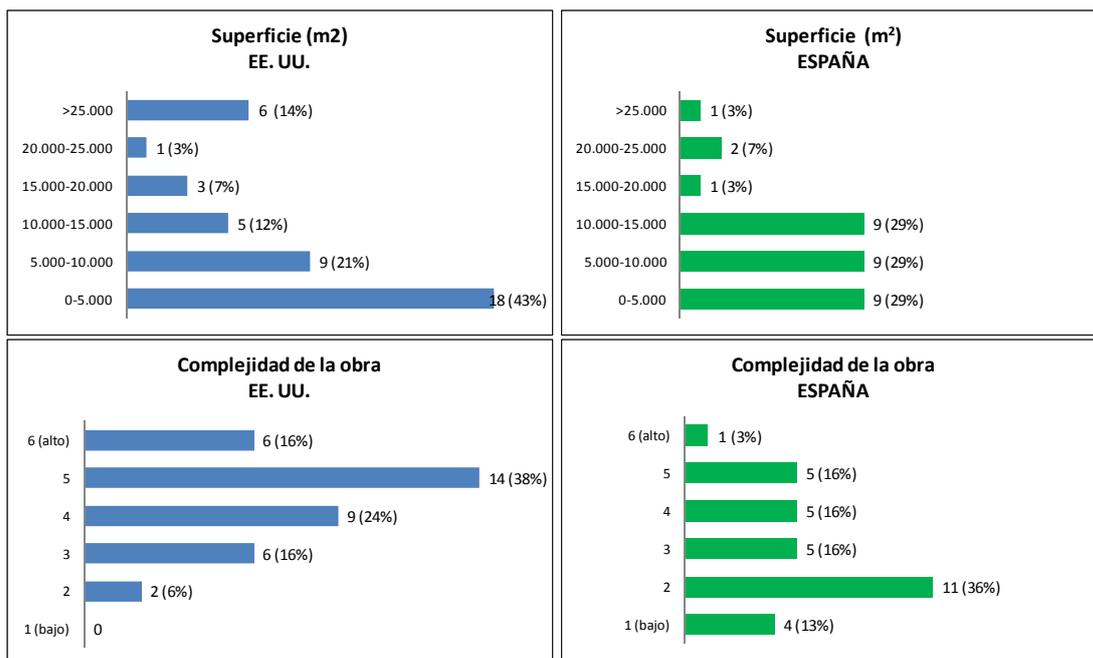
El coste unitario de las edificaciones oscila entre los 950 €/m<sup>2</sup> y más de 13.500 €/m<sup>2</sup>, siendo el coste unitario medio de 4.250 €/m<sup>2</sup>. Los costes unitarios incluyen el total de costes de diseño y construcción. Estos costes se ajustaron a las diferencias de costes regionales y se actualizaron para poder comparar las obras construidas en diferentes años. El cálculo que se realiza para la actualización del coste unitario se ha comentado en el apartado 5.2.2.

Los promotores mediante la estrategia diseño-licitación-construcción (DBB) realizan contratos separados para el diseño y la construcción. Aunque el constructor puede

llegar a ser contratado antes de la finalización del diseño y algunos oficios principales más especializados también pueden ser contratados antes de que todo el diseño se haya completado (si los sistemas de construcción requieren de un trabajo específico); por lo general el constructor y resto del equipo no se incorpora al proceso hasta la fase de construcción. El equipo de trabajo está compuesto por el promotor, el proyectista, el contratista principal y los subcontratistas especializados de instalaciones y de estructuras. La participación en la licitación tanto de constructor como de los oficios más especializados es por procedimiento abierto. Aunque la selección del constructor y los subcontratistas se basa principalmente en el precio competitivo del contrato (adjudicación por precio), también en algunos casos el promotor adjudica el contrato sobre la base del precio y otros factores (adjudicación multicriterio o concurso); estos factores generalmente incluyen además del precio, la calidad, el plazo, la propuesta técnica y otros factores que cumplan los requisitos del proyecto. No es una condición importante para el promotor el haber trabajado anteriormente con el constructor a la hora de seleccionarlo. La condición de pago que se utiliza comúnmente, para el constructor y los oficios especializados, es el precio cerrado.

### **5.3.3 Comparación de los resultados entre EE. UU. y España para el sistema de contratación tradicional**

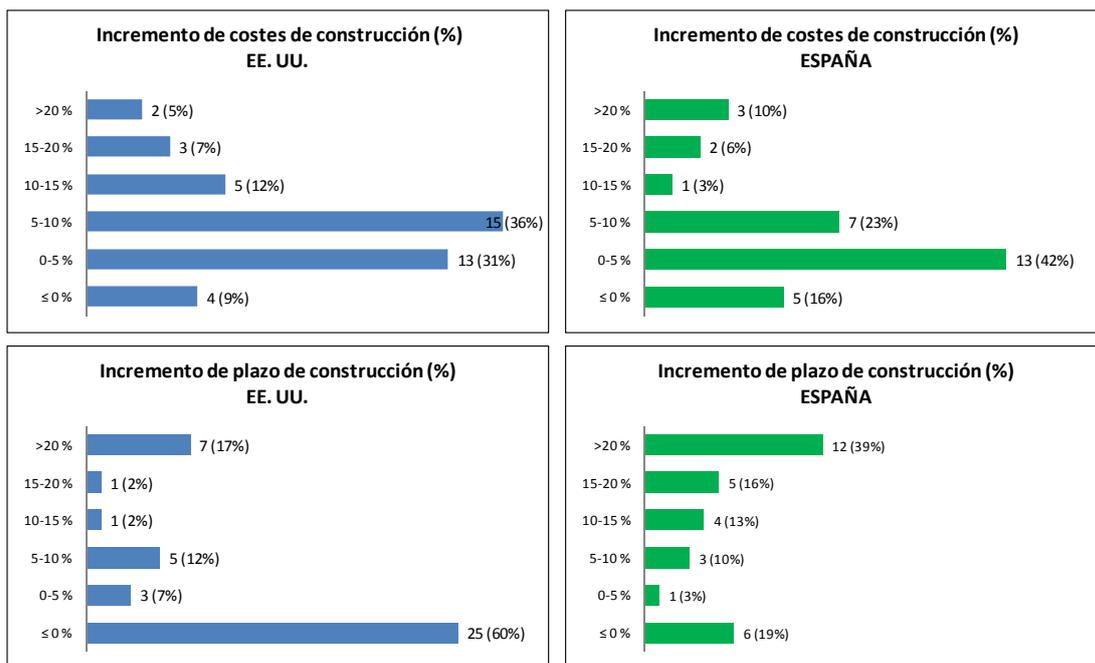
En la Figura 17 se muestra la comparación de las características de los 42 edificios de Estados Unidos y los 31 edificios de España en cuanto a la superficie construida y la complejidad técnica de la obra. La complejidad técnica se calificó por los promotores y constructores según una escala Likert de 6 puntos que varió entre "bajo" y "alto". Este dato se obtuvo de seleccionar el mínimo valor calificado por los dos encuestados en cada obra. En la comparación, se observa que en cuanto al tamaño de los edificios no hay grandes diferencias. El 76% de los edificios en Estados Unidos tienen una superficie inferior a 15.000 m<sup>2</sup> frente a un 87% de los edificios construidos en España. Sin embargo, sí que se observan diferencias importantes en cuanto a la complejidad técnica de la obra. En Estados Unidos, el 54% consideró un nivel alto (entre 5 y 6) frente a un 19% considerado en España. El 49% de los promotores y constructores en España consideraron un nivel bajo (entre 1 y 2) en la complejidad técnica de la obra. Esta diferencia puede ser por el hecho de que la tipología de edificio que corresponde a la muestra en España es únicamente edificios de vivienda residencial y además en España promotores y constructores tienen mucha experiencia en la construcción de este tipo de edificios.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17: Comparación de las características de las obras (EE. UU.- ESPAÑA)**

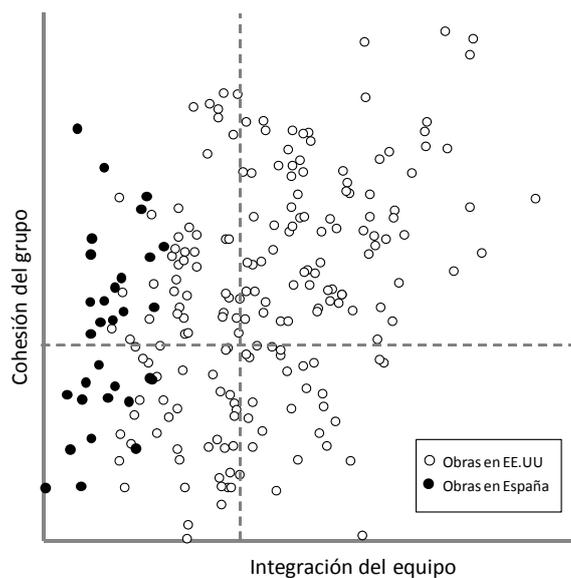
Al comparar los resultados de rendimiento en cuanto a las desviaciones de los costes y los plazos previstos en la construcción (ver Figura 18), se observa que aunque no existen diferencias importantes en el incremento de costes, España obtiene mejores resultados. En Estados Unidos el 40% de las obras se entregan dentro del presupuesto (con un incremento de costes por debajo del 5%), donde un 9% de las obras son con ahorros para el promotor. En España el 58% de las obras se entregan con un incremento menor del 5%, donde un 16% se entregaron con ahorros para el promotor. En cuanto al incremento de plazos, sí que se observan diferencias importantes; mientras que en Estados Unidos el 60% alcanzó la terminación de las obras, a tiempo o antes de los plazos previstos, comparativamente en España, solo el 19% de las obras acabaron a tiempo o en plazos inferiores al previsto inicialmente. En España el 78% de las obras se entregaron tarde, es decir, con más del 5% del incremento previsto, mientras que en Estados Unidos este porcentaje fue únicamente del 33%. Estas diferencias se discuten más adelante en este apartado.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18: Comparación de los resultados de rendimiento en las obras (EE. UU.-ESPAÑA)**

Para comparar los resultados entre ambos países se incluyeron los datos de las obras de España en el modelo de estudio de Estados Unidos. Las 31 obras en España se evaluaron junto a las 204 de Estados Unidos, a lo largo de las dimensiones: la integración del equipo y la cohesión del grupo. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 19. En la investigación norteamericana, las obras incluyen las estrategias de contratación: diseño-licitación-construcción (DBB), dirección integrada de proyecto (CMR), proyecto-obra (DB) y proyectos integrados (IPD) y en España las obras solo incluyen la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB). Por este motivo, únicamente se compara la influencia de la integración y el comportamiento del equipo para el enfoque tradicional de contratación entre Estados Unidos y España.



Fuente: (Molenaar et al. 2015; Pellicer et al. 2014a)

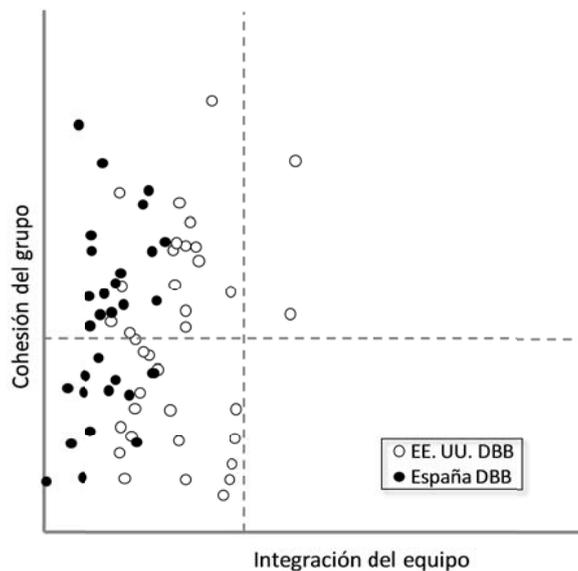
**Figura 19: Relación entre integración y cohesión para España (31 obras) y Estados Unidos (204 obras)**

La Figura 20 muestra la evaluación de las 73 obras (31 de España y 42 de Estados Unidos) que componen la muestra para la estrategia de contratación tradicional (DBB), a lo largo de las dos dimensiones: la integración del equipo y la cohesión del grupo. Se observa que en el conjunto de obras tanto en España como en Estados Unidos para el sistema tradicional o diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build*, DBB) los valores son bajos, tanto para la cohesión del grupo como para las prácticas integradas. No obstante comparativamente para la misma estrategia de contratación (DBB), la muestra analizada en España presenta una mayor cohesión del grupo y la muestra en Estados Unidos una mayor integración del equipo. El 55% de las obras en España presentaban valores superiores al nivel medio en la cohesión del grupo frente al 43% de las obras en Estados Unidos. En el conjunto de obras analizadas en España los equipos de trabajo presentan un mayor compromiso con los objetivos de la obra, una mejor formación de la química del equipo y una comunicación más oportuna. Este hecho se debe a que en este tipo de obras el promotor prefiere repetir el trabajo con un constructor con el que ha trabajado previamente. En España, un 74% de los promotores contrataron a un constructor con el que ya habían tenido una experiencia previa, frente a un 36% en Estados Unidos.

Por otro lado, aunque en Estados Unidos los valores, en cuanto a la integración del equipo o la participación en prácticas integradas, son bajos para el sistema de contratación tradicional (DBB), un 10% de obras se encontraban por encima de los niveles promedio de la integración del equipo; en España ninguna de las obras (0%) supera estos niveles. Este hecho se debe a que en el conjunto de obras analizadas en España no se llevan a cabo prácticas integradas, que incluyen la fijación de metas

conjuntas más interactiva en el que se involucran los miembros del equipo de diferentes niveles en la discusión de los objetivos de la obra, no se utiliza el modelado de información de la construcción (BIM), y no se comparte espacio de trabajo durante la fase de construcción.

En cuanto a las relaciones encontradas en el estudio americano, entre los resultados de rendimiento obtenido en las obras y los dos factores críticos de éxito, aquellas obras en las que los equipos llevan a cabo prácticas más integradas obtuvieron una reducción del incremento de plazo previsto y una mayor velocidad de entrega. Las obras con una mayor cohesión grupal condujeron a una reducción del incremento de costes. Estas relaciones pueden explicar las diferencias entre los resultados de rendimiento de plazos y costes obtenidos en las obras en ambos países. En Estados Unidos los equipos llevan a cabo prácticas más integradas; este hecho explicaría por qué sus obras presentan una mayor reducción del incremento de plazo previsto y una mayor velocidad de entrega que las obras en España. Por otra parte, en España, donde hay una mayor cohesión del grupo, se produjo una mayor reducción del incremento de costes que en las obras de Estados Unidos.

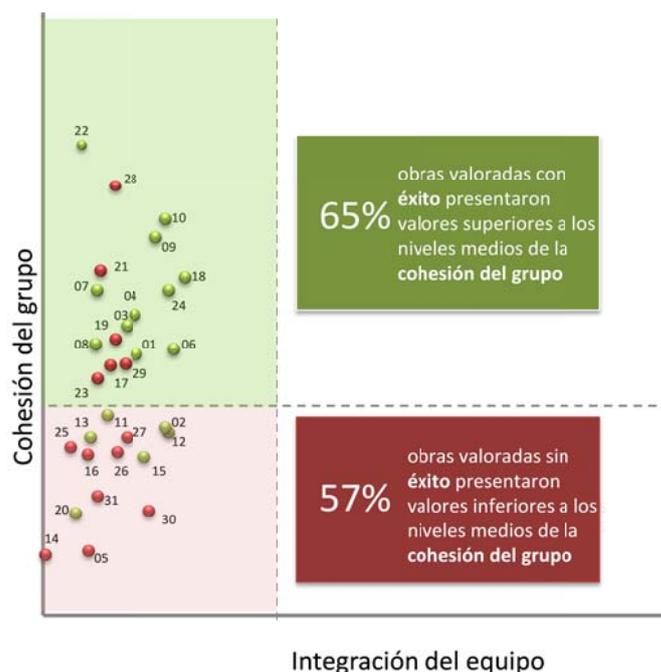


Fuente: (Molenaar et al. 2015; Pellicer et al. 2014a)

**Figura 20: Relación entre integración y cohesión para España (DBB) y Estados Unidos (DBB)**

Por último, se analizan únicamente los resultados obtenidos de las obras analizadas en España frente a las dimensiones de cohesión del grupo e integración del equipo. El resultado considerado en la investigación es el éxito general, éste se obtiene como una combinación de las tres variables de resultado: (1) el éxito del proceso proyecto-construcción, (2) la satisfacción general con la calidad y (3) las quejas de los usuarios. El resultado del éxito general se consideró positivo, cuando al menos dos de las tres variables resultaron con valores por encima de la media. Del mismo modo, el resultado

del éxito general se consideró negativo cuando al menos dos variables de éxito estaban por debajo de la media (ver apartado 4.4.1). En el análisis de las obras estudiadas en España frente a los factores cohesión del grupo e integración del equipo también se encontró que las obras que presentaban un grupo más cohesionado obtuvieron mejores resultados. El 65% de las obras valoradas con éxito presentaron niveles promedios iguales o superiores en la cohesión del grupo. Por otro lado, el 57% de las obras que se consideraron sin éxito tenían niveles inferiores al promedio, en cuanto a la cohesión del grupo (ver Figura 21).



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Relación entre integración y cohesión para España (31 obras)

### 5.3.4 Resultados de la comparación entre Estados Unidos y España

Los resultados del análisis de las obras que componen la muestra española en comparación con la muestra en Estados Unidos para la estrategia de contratación tradicional (DBB), así como el análisis de la relación entre estas muestras con los factores encontrados en el estudio americano, se adjuntan en la Tabla 52 que sintetiza los resultados resaltando las similitudes y diferencias entre ambos países. De este modo se facilita la lectura de las conclusiones que se incluyen en el siguiente apartado.

**Tabla 52: Resumen de los resultados entre EE.UU y España**

EE. UU. (DBB)	ESPAÑA (DBB)
La muestra se compone de 42 edificios residenciales y no residenciales de promoción pública y privada, finalizados entre 2008 y 2013.	La muestra se compone de 31 edificios residenciales de promoción privada, finalizados entre 2005 y 2013
El coste unitario medio es de 4.250 €/m <sup>2</sup>	El coste unitario medio es de 900 €/m <sup>2</sup>
Los promotores mediante la estrategia diseño-licitación-construcción (DBB) realizan contratos separados para el diseño y la construcción.	
Por lo general, el constructor y resto del equipo (oficios especializados) no se incorporan al proceso hasta la fase de construcción	
El equipo de trabajo está compuesto por el promotor, el proyectista, el contratista principal y los subcontratistas especializados de instalaciones y de estructuras.	El equipo de trabajo está formado por el promotor, arquitecto (y director de obra), constructor y los subcontratistas especializados de instalaciones y de estructuras.
La participación en la licitación tanto de constructor como de los oficios más especializados es por procedimiento abierto basándose la adjudicación del contrato principalmente en el precio competitivo del contrato (subasta).	La participación en la licitación del constructor es generalmente por procedimiento restringido y la de los oficios más especializados es por procedimiento negociado, basándose la adjudicación del contrato en ambos casos sobre la base del precio y otros factores (concurso).
Solo el 36% de los promotores contrataron a un constructor con el que ya habían tenido una experiencia previa.	El promotor (74%) prefiere repetir el trabajo con un constructor con el que ha trabajado previamente.
Las condiciones de pago que se utilizan comúnmente para el constructor es el precio cerrado.	
El tamaño de los edificios construidos es muy similar (entre 500 m <sup>2</sup> y 15.000 m <sup>2</sup> ).	
Los promotores y constructores (54%) consideraron un nivel alto en la complejidad técnica de la obra.	Los promotores y constructores (49%) consideraron un nivel bajo en la complejidad técnica de la obra.
Las obras presentaron peores resultados en los costes. Solo el 40 % de las obras fueron entregadas dentro del presupuesto o con ahorros para el promotor.	Las obras presentaron mejores resultados en los costes. El 58 % de las obras fueron entregadas dentro del presupuesto o con ahorros para el promotor.
Las obras presentaron mejores resultados en los plazos. El 60% alcanzó la terminación de las obras, a tiempo o antes de los plazos previstos.	Las obras presentaron peores resultados en los plazos. Solo el 19% alcanzó la terminación de las obras, a tiempo o antes de los plazos previstos.
Las obras presentaron menores valores en la cohesión del grupo. El 43% de las obras presentaron valores superiores al nivel medio en la cohesión del grupo.	Las obras obtuvieron valores más altos en la cohesión del grupo. El 55% de las obras presentaron valores superiores al nivel medio en la cohesión del grupo.

EE. UU. (DBB)	ESPAÑA (DBB)
Las obras obtuvieron valores más altos en la integración del equipo. Un 10% de obras se encontraban por encima del nivel medio de la integración del equipo.	Las obras obtuvieron valores más bajos en la integración del equipo. Ninguna obra (0%) supera el nivel medio de la integración del equipo.
Tanto las obras en España como Estados Unidos (DBB) presentan valores más bajos de cohesión e integración del equipo que otras estrategias más integradas como la dirección integrada de proyecto (CMR), proyecto-obra (DB) y proyectos integrados (IPD).	

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 Conclusiones

Los resultados de las obras que componen la muestra española (31 edificios) se compararon con los resultados de la muestra en Estados Unidos (42 edificios) para la estrategia de contratación tradicional (DBB). Los datos de ambas muestras (73 edificios) se incluyeron en el modelo de estudio americano y se evaluaron a lo largo de los dos factores de éxito encontrados: la integración del equipo y la cohesión del grupo. Las conclusiones que se deducen de estas comparaciones, se exponen a continuación:

- Para la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB), España presenta valores más altos en la cohesión del grupo que Estados Unidos. En España los equipos que trabajan en la construcción de edificios residenciales están comprometidos, establecen buenas relaciones entre ellos y se comunican de forma eficaz porque los promotores seleccionan los miembros del equipo en base a otros factores además del precio y se apoyan en la experiencia previa y en las relaciones anteriores. Una adecuada selección de los participantes no solo asegura la cualificación y la capacidad de los participantes sino también permite alinear el compromiso y crear una mayor compatibilidad entre los miembros del equipo. Por otro lado, en Estados Unidos la selección del equipo se basa principalmente en el precio competitivo del contrato; este tipo de selección basado en el precio más bajo, generalmente desalienta la colaboración entre los miembros del equipo y no favorece a que se establezcan buenas relaciones y un compromiso alineado entre los miembros del equipo.
- España presenta valores muy bajos en la integración del equipo en comparación con las obras en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB). La integración del equipo implica equipos que llevan a cabo prácticas integradas. Estas prácticas incluyen la fijación de los objetivos de la obra por diferentes miembros del equipo, el uso y participación en el modelado de información de la construcción (BIM),

reuniones durante la fase de diseño y compartir espacio de trabajo durante la fase de construcción. En España los equipos de trabajo, en las obras analizadas, no llevan a cabo prácticas integradas. Los objetivos los establece principalmente el promotor y posteriormente se transmiten al resto de los miembros del equipo (contratista principal y subcontratistas). Por otro lado ni durante la fase de diseño, ni en la fase de construcción, se hace uso de modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*). Durante la construcción, aunque los miembros del equipo concurren en las obras al mismo tiempo, se alojan en oficinas separadas y no comparten espacio de trabajo. Sin embargo, en Estados Unidos, en las obras analizadas, se lleva a cabo un uso más generalizado de modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*), y los miembros del equipo comparten espacio de trabajo durante la construcción.

- Las obras analizadas en España en comparación con las obras en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) se entregan con mejores resultados en los costes pero peores resultados en la terminación a tiempo de sus obras. Las obras en las que los equipos de trabajo incluyen prácticas integradas y los grupos de trabajo están altamente comprometidos promoviendo una cultura colaborativa dentro del equipo, obtienen mejores resultados. Las obras en las que los equipos llevan a cabo prácticas más integradas obtienen una mayor reducción del plazo previsto y una mayor velocidad de entrega. Una mayor cohesión del grupo conduce a una reducción en el incremento de costes.
- En España, las obras que presentaron mayores valores en la cohesión del grupo obtuvieron mejores resultados en cuanto al éxito del proceso proyecto-construcción, la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales. Una mayor cohesión del grupo conduce también a una mayor satisfacción con la calidad general del edificio y aumenta la probabilidad de éxito, donde los principales objetivos de los promotores de edificación residencial son la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales.
- Para la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) tanto España como Estados Unidos presentan valores más bajos de cohesión e integración del equipo que otras estrategias más integradas como la dirección integrada de proyecto (CMR), el proyecto-obra (DB) y proyectos integrados (IPD). La participación temprana de los miembros del equipo en el proceso proyecto-construcción es un factor clave para conseguir mayores niveles de

integración. Tanto en las obras en España como en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) normalmente el equipo no participa hasta la fase de construcción e incluso oficios más especializados (instalaciones) no aparecen hasta muy avanzada la construcción. Sin embargo, las estrategias más integradas (CMR, DB e IPD) se basan en la participación temprana de los miembros del equipo. Además, en estas estrategias la selección de cada uno de los participantes del equipo se hace por un proceso de entrevistas que evalúan la calidad de los miembros individuales del equipo, y utilizan los libros de contabilidad “abiertos” (*Open-Book*).

### 5.5 Recomendaciones prácticas

En este apartado se proponen algunas medidas para adaptar las mejores prácticas y conclusiones obtenidas del estudio norteamericano que podrían servir para mejorar el sector de la edificación residencial español y se analizan, algunas prácticas implementadas en el sector de la construcción español que puedan mejorar el entorno en Estados Unidos respecto al sistema tradicional de contratación:

- Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos específicos están dirigidos a un cumplimiento de plazos, podrían maximizar los resultados incrementando la integración del equipo. Para ello deben fomentar entre los miembros del equipo el desarrollo de prácticas integradas (Franz 2014; Leicht et al. 2015). Estas prácticas integradas, que no son excluyentes, se pueden llevar a cabo:
  - Fomentando el uso de herramientas que mejoran la puesta en común de información necesaria, tales como *modelados de información de construcción (BIM)*. Si bien la participación o planificación utilizando BIM puede no ser posible desde el primer momento, el plan puede ser actualizado cuando el constructor y los oficios principales más especializados se contratan. Estos esfuerzos pueden alentar la necesidad de interactuar en la planificación y la puesta en común de la información necesaria así como en la interacción personal entre los miembros del equipo.
  - Buscando oportunidades para promover la interacción entre los diferentes participantes del equipo, compartiendo espacio de trabajo durante la fase de construcción. Se podría especificar como requisito en los documentos del pliego o la oferta a la hora de seleccionar cada uno de los miembros del equipo. Del mismo modo, el espacio de trabajo

compartido también debería abordarse desde la fase de diseño e incorporarse en el proyecto, como un espacio más a tener en cuenta en la obra.

- Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos específicos más importantes son el coste y la calidad general del edificio podrían maximizar los resultados con la selección de equipos, en los que se desarrolle la complementariedad, la coordinación, la comunicación abierta entre todos sus miembros, la confianza y el compromiso. La selección con experiencia previa, promueve comportamientos, como la alineación de objetivos y la confianza mutua, que es un aspecto crítico en el desarrollo de la integración del equipo (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992). En última instancia, los promotores tienen la necesidad de centrarse continuamente y evolucionar en la dinámica del equipo. Este debe ser un objetivo básico en todo el proceso proyecto-construcción.
- Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos a alcanzar incluyen costes, plazos y calidad deben promover equipos con alta participación en prácticas integradas y grupos de trabajo altamente cohesionados. Estos promotores tendrían mayor probabilidad de lograr el éxito en sus obras haciendo uso de otras estrategias de contratación más integradas, en las que se desarrollan equipos con alta participación en prácticas integradas y grupos de trabajo altamente cohesionados. Estas estrategias permiten la participación temprana del equipo central del proyecto, mayor transparencia en la contabilidad de los costes y una fuerte participación en el establecimiento de los objetivos por todos los miembros del equipo. Estas estrategias de contratación más integradas presentan niveles más altos tanto en la integración del equipo como en la cohesión del grupo y tienen mayor probabilidad de lograr los objetivos de plazos, costes y calidad (Leicht et al. 2015).
- Por otra parte, en Estados Unidos los promotores de edificios que eligen la estrategia de contratación tradicional (DBB) podrían mejorar sus resultados de costes incrementando la cohesión del grupo. La cohesión del grupo conlleva equipos comprometidos en los que se establecen buenas relaciones y la comunicación es oportuna. Un mayor nivel en la cohesión del grupo se podría conseguir mediante el uso en la licitación del contrato de un procedimiento en el que los promotores inviten a ofertar a empresas con las que ya han tenido experiencias previas de trabajo, y realizar la selección de los miembros del equipo en base a una adjudicación multicriterio que además del precio, la

calidad, plazos y propuesta técnica, tuviera también en cuenta la experiencia previa de cada uno de los miembros del equipo en trabajos similares. El uso de criterios de calificación no basados exclusivamente en el precio (Bergman y Lundberg 2013; Molenaar y Johnson 2003; Wang et al. 2013) y el trabajo repetitivo con los miembros del equipo permitirán obtener mejores resultados (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992).

## 5.6 Resumen del capítulo

En este capítulo se han comparado la muestra de obras españolas y una muestra de obras similares en Estados Unidos; también se han evaluado los factores de éxito encontrados en la investigación norteamericana (la integración del equipo y la cohesión del grupo) en el conjunto de obras de España y de Estados Unidos, contratadas mediante la estrategia diseño-licitación-construcción (DBB). Los resultados obtenidos han permitido conocer las similitudes y diferencias entre ambos países con el sistema tradicional y con otras estrategias de contratación más integradas, y realizar la propuesta de unas recomendaciones prácticas para que los promotores de edificios residenciales en España puedan mejorar sus resultados y tener mayor probabilidad de éxito. El cumplimiento de los objetivos de la investigación, las contribuciones, las limitaciones en la metodología de la investigación y las propuestas de futuras líneas se exponen en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES**

En este capítulo se resumen las principales contribuciones, aportaciones y limitaciones de esta investigación. En primer lugar, se revisa el cumplimiento de los objetivos. A continuación, se exponen las contribuciones derivadas de esta investigación. El siguiente paso presenta las recomendaciones prácticas para la comunidad de promotores del sector de la edificación residencial en España. Por último, se reconocen las limitaciones en la metodología de investigación y se sugieren las líneas de trabajo futuro.

#### **6.1 Cumplimiento de los objetivos**

La metodología aplicada en la investigación y los diferentes análisis y estudios llevados a cabo han permitido alcanzar los objetivos definidos en la investigación. En la Figura 22, se muestran los objetivos definidos en la investigación, cómo se ha alcanzado cada objetivo, en qué capítulo del documento se encuentra, y finalmente se indican algunas de las contribuciones más importantes. En los siguientes apartados se exponen todas las contribuciones derivadas de esta investigación y se presentan las recomendaciones prácticas.

Objetivo	¿Cómo se cumple el objetivo?	¿Dónde se cumple el objetivo?	Contribuciones más importantes
<p>Estudiar analíticamente la influencia de la integración y el comportamiento colaborativo del equipo en el éxito del proceso proyecto-construcción de edificios residenciales de promoción privada en España.</p>	<p>Cuestionario Estadística descriptiva Análisis de correlación lineal Análisis de componentes principales Estudio de casos</p>	<p>Capítulo 3: Descripción del método Capítulo 4: Análisis de los datos y presentación de los resultados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una organización del promotor con niveles altos de integración influye positivamente tanto en el comportamiento del equipo como en el éxito de la obra.</li> <li>• La organización del promotor, el comportamiento del equipo y la experiencia en la obra, son factores clave en el éxito en el sector de la vivienda de promoción privada en España.</li> <li>• Los tres factores tienen una influencia positiva en el éxito de la obra y también contribuyen directamente a los comportamientos positivos del equipo.</li> <li>• No se identifica un único factor que pueda predecir el éxito de la obra; se necesita una combinación de variables para aumentar la probabilidad de éxito.</li> </ul>
<p>Comparar los resultados obtenidos con una investigación paralela realizada en Estados Unidos, para conocer las diferencias entre ambos países y proponer medidas para adaptar las mejores prácticas y conclusiones obtenidas del estudio norteamericano al caso de España y viceversa.</p>	<p>Comparación de los datos obtenidos en la muestra de España y una muestra similar en EE.UU (DBB).  Aplicación de los datos españoles al modelo de investigación de EE. UU.</p>	<p>Capítulo 4: Análisis de los datos y presentación de los resultados  Capítulo 5: Comparación de los datos entre Estados Unidos y España</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las obras de España en comparación con Estados Unidos (DBB) finalizan con desviaciones inferiores de coste pero superiores en plazo.</li> <li>• España presenta valores más altos en la cohesión del grupo en comparación con Estados Unidos.</li> <li>• Estados Unidos presenta valores más altos en la integración del equipo en comparación con España.</li> <li>• La estrategia (DBB) en ambos países presenta valores más bajos de cohesión e integración del equipo que otras estrategias más integradas.</li> </ul>

Figura 22: Cumplimiento de los objetivos

## 6.2 Contribuciones de la investigación

A continuación se exponen las contribuciones derivadas de la investigación:

- La muestra se compone de 31 edificios residenciales, de promoción privada, finalizados entre 2005 y 2013. Los edificios variaron en tamaño entre 480 m<sup>2</sup> y 30.000 m<sup>2</sup>, con una altura media de 8 plantas. Las obras fueron de nueva construcción y se sitúan en España. Durante la construcción, casi la mitad de las obras sufrieron modificaciones. Los elementos que principalmente se modificaron fueron las instalaciones. Estos cambios fueron en su mayoría a propuesta del promotor para mejorar la calidad del producto final. Tanto promotores como constructores consideraron que las obras tenían poca complejidad técnica.
- Las obras objeto del estudio han tenido un coste medio de construcción ligeramente superiores a 7.000.000 € y un coste medio final de diseño y construcción de poco más de 7.500.000 €. El incremento medio de los costes de construcción es del 6%. Los incrementos de costes se producen principalmente durante la construcción, y en su mayoría, por propuestas de mejoras por parte de los promotores para mejorar la calidad del producto final. La duración media de la construcción es de 24 meses y la duración media de todo el proceso desde el inicio del diseño hasta finalizar la construcción es de 40 meses. El incremento medio de la duración de la construcción es del 23%. Los promotores en general valoran de forma positiva, todos los aspectos que hacen referencia a la puesta en marcha del edificio, la calidad de las instalaciones y la satisfacción general con la calidad del producto final.
- La estrategia de contratación llevada a cabo por los promotores es el diseño-licitación-construcción (*Design-Bid-Build, DBB*), en el que el promotor realiza dos contratos independientes para el diseño y la construcción de la obra. El constructor y los subcontratistas no participan hasta la fase de construcción e incluso oficios más especializados no aparecen hasta muy avanzada la construcción.
- El promotor contrata directamente al arquitecto y a la dirección facultativa. La participación en la licitación del constructor es generalmente por procedimiento restringido y la de los oficios más especializados es por procedimiento negociado. La selección del constructor y los subcontratistas más especializados se basa principalmente en el precio, la calidad y la experiencia en obras similares. Los promotores en la selección del equipo

también tienen en cuenta las relaciones anteriores con los miembros del equipo.

- La condición de pago que se utiliza comúnmente para el constructor y los especialistas de instalaciones es el precio cerrado. Los precios unitarios se utilizan principalmente para los trabajos de estructuras.
- El equipo básico de trabajo en las obras lo forman los participantes más importantes que intervienen en las fases de diseño y construcción del edificio, y está formado por: promotor, arquitecto (y director de obra), constructor, subcontratistas de instalaciones y subcontratistas de estructuras. La experiencia en obras similares de los miembros del equipo es alta, especialmente la de los oficios más especializados.
- Dentro del equipo, el promotor tiene mucha capacidad para tomar decisiones. El equipo de trabajo se caracteriza por un nivel alto en la calidad de las relaciones; la puntualidad en las decisiones del promotor y un bajo nivel de sustituciones o abandonos. Durante la construcción, aunque los miembros del equipo concurren en las obras al mismo tiempo, se alojan en oficinas separadas y no comparten espacio de trabajo.
- La comunicación entre los miembros del equipo es poco formal. Las negociaciones son muy frecuentes entre los participantes y el compromiso adquirido por los miembros del equipo con los objetivos de la obra es alto. Los objetivos de la obra los establece principalmente el promotor y posteriormente se transmiten al resto de los miembros del equipo.
- Durante la fase de diseño del proyecto, se realizan reuniones a las que asisten únicamente el promotor y el arquitecto. Estas reuniones, se realizan principalmente durante las primeras etapas del diseño, para que el promotor traslade al arquitecto los detalles del diseño. Ni durante la fase de diseño, ni en la fase de construcción, se utiliza modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*).
- Los promotores en general, valoran positivamente el nivel de éxito alcanzado en todo el proceso proyecto-construcción del edificio. Los promotores que calificaron con más éxito sus obras, valoraron el éxito obtenido principalmente por el nivel de calidad alcanzado y por la satisfacción mostrada por los usuarios finales.

- La investigación encontró que las variables de resultado que mejor podían definir el éxito en las obras de edificios residenciales de promoción privada, en las que los promotores tienen como objetivos principales la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales, son: (1) el éxito del proceso diseño-construcción; (2) la satisfacción general con la calidad; y (3) las quejas de los usuarios. Las tres variables de resultado seleccionadas pueden combinarse en una única variable para medir el éxito en las obras y permitir abordar, en estudios posteriores, cómo influyen la integración y el comportamiento del equipo en el éxito de las obras.
  
- Se identificaron ocho variables de decisión que contribuyen a explicar las variables de resultado en relación con el enfoque de la investigación, en la que se explora cómo la integración y el comportamiento del equipo influyen en el éxito del proceso de diseño y construcción de un edificio. Las variables observadas medían aspectos relacionados con la licitación y las características del equipo. Estas variables son: (1) tipología del promotor; (2) procedimiento de adjudicación del constructor; (3) relación previa entre promotor y constructor; (4) química; (5) puntualidad de las decisiones del promotor; (6) compromiso del equipo; (7) experiencia en obras similares del promotor; y (8) experiencia en obras similares del constructor. El estudio de estas variables de decisión identificadas como los mejores indicadores de la integración y el comportamiento del equipo se abordan con técnicas de análisis multivariante.
  
- La investigación identifica tres factores que influyen en el éxito de las obras:
  - **La organización del promotor:** es la forma en la que la propiedad controla las diferentes fases del proceso proyecto-construcción y establece las funciones y responsabilidades de los participantes en el proceso.
  - **El comportamiento del equipo.** Es el nivel de interacción que se establece entre los participantes del equipo para funcionar como una sola unidad.
  - **La experiencia en la obra.** Es el conjunto de conocimientos y aptitudes que los agentes principales, promotor y constructor, adquieren al haber participado anteriormente en la construcción de obras del mismo tipo o similar.
  
- Una organización del promotor con niveles altos de integración influye positivamente tanto en el comportamiento del equipo como en el éxito de la obra. Estos niveles de integración comprenden promotores que incluyen en el negocio principal los servicios de construcción, promotores que hacen uso de

criterios de selección de los participantes del equipo, no basados exclusivamente en el precio, y promotores que tienen en cuenta las relaciones anteriores para mejorar la integración al realizar la selección del equipo. Cuanto más alto es el nivel de integración del promotor más fácil resulta conseguir alinear al equipo con los objetivos y las necesidades específicas de la obra.

- La organización del promotor, el comportamiento del equipo y la experiencia, son factores claves en el éxito de la obra. Estos tres factores tienen una influencia positiva en el éxito de las obras y también contribuyen directamente a los comportamientos positivos del equipo. Los equipos con un comportamiento integrador crearán un clima adecuado, interactuarán e intercambiarán información para encontrar soluciones a los problemas que requieran de los conocimientos de cada uno de los miembros del equipo. Este comportamiento es fundamental para generar la confianza y el compromiso, que son necesarios para alcanzar el éxito en las obras. La comprensión de estas relaciones hará que los promotores de edificios sean más conscientes de cómo su decisión en la selección del equipo desde el inicio, influirá en el desarrollo de sus equipos de obra.
- El estudio no identifica un único factor que pueda predecir el éxito de la obra. Más bien parece que una combinación de variables necesita estar presente para aumentar la probabilidad de éxito. Estas variables consideran cómo el promotor organiza el equipo y promueve un comportamiento integrador en el equipo durante todo el proceso proyecto-construcción del edificio para alcanzar el éxito. Sobre la base de sus objetivos específicos, los promotores deben seleccionar un equipo en el que se cree un ambiente de equipo apropiado para la obra. El promotor tiene un papel muy importante al inicio, cuando conforma el equipo. No obstante este esfuerzo debe ser continuo y debe fomentar en la medida de lo posible la colaboración y el compromiso del equipo en todas las fases del proceso proyecto-construcción del edificio.
- Para la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB), España presenta valores más altos en la cohesión del grupo que Estados Unidos. En España los equipos que trabajan en la construcción de edificios residenciales están altamente comprometidos, establecen muy buenas relaciones entre ellos y se comunican de forma eficaz porque los promotores seleccionan los miembros del equipo en base a otros factores además del precio y se apoyan en la experiencia previa y en las relaciones anteriores. Una adecuada selección de los participantes no solo asegura la cualificación y la capacidad de los

participantes sino también permite alinear el compromiso y crear una mayor compatibilidad entre los miembros del equipo. Por otro lado, en Estados Unidos la selección del equipo se basa principalmente en el precio competitivo del contrato; este tipo de selección basado en el precio más bajo, generalmente desalienta la colaboración entre los miembros del equipo y no favorece a que se establezcan buenas relaciones y un compromiso alineado entre los miembros del equipo.

- España presenta valores muy bajos en la integración del equipo en comparación con las obras en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB). La integración del equipo implica equipos que llevan a cabo prácticas integradas. Estas prácticas incluyen la fijación de los objetivos de la obra por diferentes miembros del equipo, el uso y participación en el modelado de información de la construcción (BIM), reuniones durante la fase de diseño y compartir espacio de trabajo durante la fase de construcción. En España los equipos de trabajo, en las obras analizadas, no llevan a cabo prácticas integradas. Los objetivos los establece principalmente el promotor y posteriormente se transmiten al resto de los miembros del equipo (contratista principal y subcontratistas). Por otro lado ni durante la fase de diseño, ni en la fase de construcción, se hace uso de modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*). Durante la construcción, aunque los miembros del equipo concurren en las obras al mismo tiempo, se alojan en oficinas separadas y no comparten espacio de trabajo. Sin embargo, en Estados Unidos, en las obras analizadas, se lleva a cabo un uso más generalizado de modelado de información de la construcción (*Building Information Modeling, BIM*), y los miembros del equipo comparten espacio de trabajo durante la construcción.
- Las obras analizadas en España en comparación con las obras en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) se entregan con mejores resultados en los costes pero peores resultados en la terminación a tiempo de sus obras. Las obras en las que los equipos de trabajo incluyen prácticas integradas y los grupos de trabajo están altamente comprometidos promoviendo una cultura colaborativa dentro del equipo, obtienen mejores resultados. Las obras en las que los equipos llevan a cabo prácticas más integradas obtienen una mayor reducción del plazo previsto y una mayor velocidad de entrega. Una mayor cohesión del grupo conduce a una reducción en el incremento de costes.

- En España, las obras que presentaron mayores valores en la cohesión del grupo obtuvieron mejores resultados en cuanto al éxito del proceso proyecto-construcción, la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales. Una mayor cohesión del grupo conduce también a una mayor satisfacción con la calidad general del edificio y aumenta la probabilidad de éxito donde los principales objetivos de los promotores de edificación residencial son la calidad del producto final y la satisfacción de los usuarios finales.
- Para la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) tanto España como Estados Unidos presentan valores más bajos de cohesión e integración del equipo que otras estrategias más integradas como la dirección integrada de proyecto (CMR), el proyecto-obra (DB) y los proyectos integrados (IPD). La participación temprana de los miembros del equipo en el proceso proyecto-construcción es un factor clave para conseguir mayores niveles de integración. Tanto en las obras en España como en Estados Unidos que llevan a cabo la estrategia de contratación diseño-licitación-construcción (DBB) normalmente el equipo no participa hasta la fase de construcción e incluso oficios más especializados (instalaciones) no aparecen hasta muy avanzada la construcción. Sin embargo en las estrategias más integradas (CMR, DB e IPD) se basan en la participación temprana de los miembros del equipo. Además en estas estrategias la selección de cada uno de los participantes del equipo se hace por un proceso de entrevistas que evalúan la calidad de los miembros individuales del equipo, y utilizan los libros de contabilidad “abiertos” (*Open-Book*).

### 6.3 Recomendaciones prácticas

La investigación ha permitido identificar algunas medidas que podrían servir para mejorar el entorno español del sector de la edificación residencial adaptando las mejores prácticas y conclusiones obtenidas del estudio norteamericano. Por otro lado, también se han identificado algunas prácticas específicas implementadas en el sector de la construcción español que puedan mejorar el entorno en Estados Unidos en el sistema tradicional de contratación del sector de la edificación residencial. Las recomendaciones prácticas son las siguientes:

- Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos específicos están dirigidos a un cumplimiento de plazos, podrían maximizar los resultados incrementando la integración del equipo. Para ello debe fomentar entre los miembros del equipo el desarrollo de prácticas integradas (Franz 2014; Leicht

et al. 2015). Estas prácticas integradas, que no son excluyentes, se pueden llevar a cabo:

- Fomentando el uso de herramientas que mejoran la puesta en común de información necesaria, tales como *modelados de información de construcción (BIM)*. Si bien la participación o planificación utilizando BIM puede no ser posible desde el primer momento, el plan puede ser actualizado cuando el constructor y los oficios principales más especializados se contratan. Estos esfuerzos pueden alentar la necesidad de interactuar en la planificación y la puesta en común de la información necesaria así como en la interacción personal entre los miembros del equipo.
  - Buscando oportunidades para promover la interacción entre los diferentes participantes del equipo, compartiendo espacio de trabajo durante la fase de construcción. Se podría especificar como requisito en los documentos del pliego o la oferta a la hora de seleccionar cada uno de los miembros del equipo. Del mismo modo, el espacio de trabajo compartido también debería abordarse desde la fase de diseño e incorporarse en el proyecto, como un espacio más a tener en cuenta en la obra.
- Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos específicos más importantes son el coste y la calidad general del edificio podrían maximizar los resultados con la selección de equipos, en los que se desarrolle la complementariedad, la coordinación, la comunicación abierta entre todos sus miembros, la confianza y el compromiso. La selección con experiencia previa, promueve comportamientos, como la alineación de objetivos y la confianza mutua, que es un aspecto crítico en el desarrollo de la integración del equipo (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992). En última instancia, los promotores tienen la necesidad de centrarse continuamente y evolucionar en la dinámica del equipo. Este debe ser un objetivo básico en todo el proceso proyecto-construcción.
  - Los promotores de edificios de viviendas en España cuyos objetivos a alcanzar incluyen costes, plazos y calidad deben promover equipos con alta participación en prácticas integradas y grupos de trabajo altamente cohesionados. Estos promotores tendrían mayor probabilidad de lograr el éxito en sus obras haciendo uso de otras estrategias de contratación más integradas, en las que se desarrollan equipos con alta participación en prácticas integradas

y grupos de trabajo altamente cohesionados. Estas estrategias permiten la participación temprana del equipo central del proyecto, mayor transparencia en la contabilidad de los costes y una fuerte participación en el establecimiento de los objetivos por todos los miembros del equipo. Estas estrategias de contratación más integradas presentan niveles más altos tanto en la integración del equipo como en la cohesión del grupo y tienen mayor probabilidad de lograr los objetivos de plazos, costes y calidad (Leicht et al. 2015).

- Por otra parte, en Estados Unidos los promotores de edificios que eligen la estrategia de contratación tradicional (DBB) podrían mejorar sus resultados de costes incrementando la cohesión del grupo. La cohesión del grupo conlleva equipos comprometidos en los que se establecen buenas relaciones y la comunicación es oportuna. Un mayor nivel en la cohesión del grupo se podría conseguir mediante el uso en la licitación del contrato de un procedimiento en el que los promotores inviten a ofertar a empresas con las que ya han tenido experiencias previas de trabajo, y realizar la selección de los miembros del equipo en base a una adjudicación multicriterio que además del precio, la calidad, plazos y propuesta técnica, tuviera también en cuenta la experiencia previa de cada uno de los miembros del equipo en trabajos similares. El uso de criterios de calificación no basados exclusivamente en el precio (Bergman y Lundberg 2013; Molenaar y Johnson 2003; Wang et al. 2013) y el trabajo repetitivo con los miembros del equipo permitirán obtener mejores resultados (Bresnen y Marshall 2000; Chan et al. 2006; Mitropoulos y Tatum 2000; Nam y Tatum 1992).

#### 6.4 Limitaciones

A través del estudio de la revisión de la literatura, de la encuesta, del análisis estadístico de los datos y un estudio de casos múltiple, la investigación define los factores de integración y comportamiento del equipo que influyen en el éxito en la construcción de viviendas de promoción privada en España. Estos resultados se deben ver a la luz de las limitaciones presentes en la investigación. Esta investigación reconoce las siguientes limitaciones:

- La limitación más obvia es el tamaño de la muestra que representa la población de estudio. Si bien ocho estudios detallados de los casos mejores, peores y atípicos es satisfactorio para un estudio de casos múltiple (Yin 2009), un tamaño de muestra más grande permitiría un análisis estadístico de los datos más profundo y validar los resultados con otras técnicas estadísticas (Konchar y Sanvido 1998; Pocock et al. 1996).

- La investigación se basa en las percepciones subjetivas del ambiente de equipo que tiene el entrevistado. Por lo tanto el tiempo que transcurre entre la terminación de la obra y el momento de completar la encuesta podría introducir un sesgo de retrospectiva. Por ejemplo, una obra con mucho éxito podría conducir a los encuestados a pasar por alto las deficiencias en la interacción del equipo. También la selección de la obra por parte del promotor podría introducir un sesgo, si auto-seleccionara por ejemplo las obras con las que ha tenido más éxito o con las que ha tenido experiencias más favorables. Para evitar este sesgo, se solicitó al entrevistado que seleccionara la última obra en la que había participado indicándole que el estudio no estaba orientado a una obra con un resultado determinado.
- El foco de la investigación se centra únicamente en el sector de la edificación residencial, y aunque este sector es uno de los subsectores de la construcción más grandes en España, limita la generalización de los resultados. Es posible que los factores de integración y comportamiento del equipo que influyen en el éxito pudieran cambiar en otros subsectores de la construcción como el de la obra civil o el de la edificación no residencial.
- La población de estudio se limita a la estrategia de contratación de diseño-licitación-construcción. Este tipo de estrategia limita la participación temprana del contratista por tanto tiene más limitaciones para promover la integración que otras estrategias de contratación alternativas.

### **6.5 Futuras líneas de investigación**

- Explorar las ventajas e inconvenientes de la participación temprana del constructor en el proceso proyecto-construcción en el uso de otras estrategias de contratación más integradas. La evolución de estas estrategias más integradas, que surgieron como alternativa al sistema tradicional en Estados Unidos y otros países, han obtenido más ventajas y mejores resultados en las obras (ElAsmar et al. 2013; Konchar y Sanvido 1998; Molenaar et al. 1999). Sin embargo, no se conoce si estas estrategias de contratación tendrían el mismo impacto en España con sus limitaciones jurídicas, políticas y culturales.
- Explorar cómo Estados Unidos, para la estrategia de contratación tradicional, podría beneficiarse del uso de una selección del equipo basada en una adjudicación multicriterio que además del precio, la calidad, plazos y propuesta técnica, tuviera también en cuenta la experiencia previa de cada uno de los miembros del equipo en obras similares y las relaciones anteriores con los miembros del equipo.

- Examinar nuevamente los resultados obtenidos al final de la crisis económica española. En el momento de realizar la investigación y durante la redacción de este documento, la industria de la construcción residencial española no se ha recuperado de la crisis que ha sufrido y aunque los indicadores de los últimos años parecen indicar que comienza a producirse una recuperación, los datos todavía se encuentran muy lejos de los niveles de producción que se produjeron antes del 2007. Cuando la industria se recupere, la investigación adicional puede llevarse a cabo para determinar si los resultados se mantienen y también se podrían explorar otros factores que puedan influir en el éxito de edificios de viviendas de promoción privada en España.
- Investigar la eficacia de la seguridad y salud con respecto a la integración del equipo. Los datos del número de accidentes registrados y de accidentes con baja y el volumen de mano de obra, se recogen en el estudio. Sin embargo, estos resultados finalmente no se utilizaron porque en muchos casos no se disponía de la información o la información que se indicó no se pudo verificar. La recopilación de datos de seguridad una vez finalizada la obra es un reto. Un estudio con los recursos para dedicarse exclusivamente a la recopilación de datos detallados de seguridad para cada obra podría aprovechar la base de datos creada en esta investigación y por otro lado podría ser el primer paso para animar a los promotores a la recolección sistemática de este tipo de datos.

## REFERENCIAS

- Abdi, H. (2009). *Experimental Design and Analysis for Psychology*. Oxford University Press, New York.
- Akintoye, A., y Main, J. (2007). «Collaborative relationships in construction: The UK contractors' perception». *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(6), 597-617.
- Alarcón, L. F., y Pellicer, E. (2009). «A new management focus: Lean construction». *Revista de Obras Publicas*, 156(3496), 45-52.
- Albanese, R. (1994). «Team-building process: Key to better project results». *Journal of Management in Engineering*, 10(6), 36-44.
- Alshubbak, A., Pellicer, E., Catalá, J., y Teixeira, J. (2015). «A model for identifying owner's needs in the building life cycle». *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(8), in press.
- Aminmansour, A., y Moon, K. S. (2010). «Integrated design and construction of tall buildings». *Journal of Architectural Engineering*, 16(2), 47-53.
- Ashley, D. B., Lurie, C. S., y Jaselskis, E. J. (1987). «Determinants of construction project success». *Project Management Journal*, 18(2), 69-79.
- Atkinson, R. (1999). «Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria». *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342.
- Baiden, B. K., Price, A. D. F., y Dainty, A. R. J. (2006). «The extent of team integration within construction projects». *International Journal of Project Management*, 24(1), 13-23.
- Baker, G., Gibbons, R., y Murphy, K. J. (2002). «Relational contracts and the theory of the firm». *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 39-84.
- Baker, S. T. (1990). «Partnering. Contracting for the future». *Cost Engineering*, 32(4), 7-12.
- Ballard, G. (2000). «The Last Planner System of Production Control». Ph.D. thesis, The University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom.
- Ballard, G., y Howell, G. A. (2003). «Lean project management». *Building Research and Information*, 31(2), 119-133.

## REFERENCIAS

- Barrie, D., y Paulson, B. (1978). *Professional Construction Management 3rd*. McGraw-Hill, New York; London.
- Beard, J. L., Loulakis, E. , Michael C., y Wundram, E. C. (2001). *Design-Build: Planning Through Development*. McGraw-Hill Professional, New York.
- Becker, T. C., Shane, J. S., y Jalselskis, E. J. (2012). «Comparative analysis of lean construction with design-build using a framework of contractual forms of agreement». *Journal of Architectural Engineering*, 18(2), 187-191.
- Berggren, C., Soderlund, J., y Anderson, C. (2001). «Clients, contractors, and consultants: The consequences of organizational fragmentation in contemporary project environments». *Project Management Journal*, 32(3), 39-48.
- Bergman, M. A., y Lundberg, S. (2013). «Tender evaluation and supplier selection methods in public procurement». *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(2), 73-83.
- Bielsa, J., y Duarte, R. (2011). «Size and linkages of the Spanish construction industry: Key sector or deformation of the economy?» *Cambridge Journal of Economics*, 35(2), 317-334.
- Bilbo, D., Bigelow, B., Escamilla, E., y Lockwood, C. (2015). «Comparison of construction manager at risk and integrated project delivery performance on healthcare projects: A comparative case study». *International Journal of Construction Education and Research*, 11(1), 40-53.
- Blayse, A. M., y Manley, K. (2004). «Key influences on construction innovation». *Construction Innovation*, 4(3), 143-154.
- Bogus, S. M., Migliaccio, G. C., y Jin, R. (2013). «Study of the relationship between procurement duration and project performance in design-build projects: Comparison between water/wastewater and transportation sectors». *Journal of Management in Engineering*, 29(4), 382-391.
- Bogus, S. M., Shane, J. S., y Molenaar, K. R. (2010). «Contract payment provisions and project performance: An analysis of municipal water and wastewater facilities». *Public Works Management and Policy*, 15(1), 20-31.
- Bollen, K. A., y Hoyle, R. H. (1990). «Perceived cohesion: A conceptual and empirical examination». *Social Forces*, 69(2), 479-504.
- Boukendour, S., y Bah, R. (2001). «The guaranteed maximum price contract as call option». *Construction Management and Economics*, 19(6), 563-567.
- Bresnen, M., y Marshall, N. (2000). «Partnering in construction: A critical review of issues, problems and dilemmas». *Construction Management and Economics*, 18(2), 229-237.

- Brown, A., y Adams, J. (2000). «Measuring the effect of project management on construction outputs: A new approach». *International Journal of Project Management*, 18(5), 327-335.
- Bubshait, A. A., y Almohawis, S. A. (1994). «Evaluating the general conditions of a construction contract». *International Journal of Project Management*, 12(3), 133-136.
- Cachere, C. J., Kunz, J., y Levitt, R. (2009). «The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering». *CIFE Working Paper #WP116*.
- Campbell, D. (1992). «The Undeath of contract». *Hong Kong Law Report*, 20(1), 20-47.
- Carron, A. V., y Brawley, L. R. (2000). «Cohesion conceptual and measurement issues». *Small Group Research*, 31(1), 89-106.
- Carty, G. J. (1995). «Constructions». *Journal of Construction Engineering and Management*, 121(3), 319-328.
- Cha, H. S., y Kim, C. K. (2011). «Quantitative approach for project performance measurement on building construction in South Korea». *KSCE Journal of Civil Engineering*, 15(8), 1319-1328.
- Champagne, A. F. (1997). *Project Delivery Systems: CM at Risk, Design-Build, Design-Bid-Build*. Research Summary 133-1, Construction Industry Institute, Austin.
- Chan, A. P. C., y Chan, A. P. L. (2004). «Key performance indicators for measuring construction success». *Benchmarking*, 11(2), 203-221.
- Chan, A. P. C., Chan, D. W. M., Chiang, Y. H., Tang, B. S., Chan, E. H. W., y Ho, K. S. K. (2004). «Exploring critical success factors for partnering in construction projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(2), 188-198.
- Chan, A. P. C., Chan, D. W. M., Fan, L. C. N., Lam, P. T. I., y Yeung, J. F. Y. (2006). «Partnering for construction excellence-A reality or myth?» *Building and Environment*, 41(12), 1924-1933.
- Chan, A. P. C., Chan, D. W. M., y Ho, K. S. K. (2003). «An empirical study of the benefits of construction partnering in Hong Kong». *Construction Management and Economics*, 21(5), 523-533.
- Chan, A. P. C., Ho, D. C. K., y Tam, C. M. (2001). «Design and build project success factors: Multivariate analysis». *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(2), 93-100.
- Chan, A. P. C., Scott, D., y Lam, E. W. M. (2002). «Framework of success criteria for design/build projects». *Journal of Management in Engineering*, 18(3), 120-128.

## REFERENCIAS

- Chan, D. W. M., Chan, A. P. C., Lam, P. T. I., y Wong, J. M. W. (2011). «An empirical survey of the motives and benefits of adopting guaranteed maximum price and target cost contracts in construction». *International Journal of Project Management*, 29(5), 577-590.
- Chao, L.-C., y Hsiao, C.-S. (2012). «Fuzzy model for predicting project performance based on procurement experiences». *Automation in Construction*, 28, 71-81.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. SAGE Publications, Thousand Oaks, California.
- Chen, Q., Jin, Z., Xia, B., Wu, P., y Skitmore, M. (2015). «Time and cost performance of design–build projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001056, 04015074.
- Chen, Y. Q., Lu, H., Lu, W., y Zhang, N. (2010). «Analysis of project delivery systems in Chinese construction industry with data envelopment analysis (DEA)». *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17(6), 598-614.
- Cheung, S. O. (2002). «Mapping dispute resolution mechanism with construction contract types». *Cost Engineering*, 44(8), 21-29.
- Cheung, S. O., Tam, C. M., Ndekugri, I., y Harris, F. C. (2000). «Factors affecting clients' project dispute resolution satisfaction in Hong Kong». *Construction Management and Economics*, 18(3), 281-294.
- Cheung, S., Yiu, K., y Chim, P. (2006). «How relational are construction contracts?» *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 132(1), 48-56.
- Chiva, R. (2001). «El estudio de casos explicativo. Una reflexión». *Revista de Economía y Empresa*, 41, 119-132.
- Chua, D. K. H., Kog, Y. C., y Loh, P. K. (1999). «Critical success factors for different project objectives». *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(3), 142-150.
- Cleland, D. L. (2006). *Project Management: Strategic Design and Implementation*. McGraw-Hill Professional, New York.
- CNC. (2014). *Informe Anual del Sector de la Construcción 2013*. Confederación Nacional de la Construcción, España.
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education*. Routledge, New York.
- Coleman, J. S. (1958). «Snowball sampling-Problems and techniques of chain referral sampling». *Human Organization*, 17, 28-36.
- Cooke-Davies, T. (2002). «The “real” success factors on projects». *International Journal of Project Management*, 20(3), 185-190.

- Cox, R. F., Issa, R. R. A., y Ahrens, D. (2003). «Management's perception of key performance indicators for construction». *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 142-151.
- Dada, M. O. (2012). «Predictors of procurement selection: An investigation of traditional and integrated methods in nigeria». *Journal of Construction in Developing Countries*, 17(1), 71-85.
- Davis, P., y Love, P. (2011). «Alliance contracting: Adding value through relationship development». *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18(5), 444-461.
- Deakin, S., Lane, C., y Wilkinson, F. (1994). «“Trust” or law? Toward an integrated theory of contractual relations between firms». *Journal of Law and Society*, 21(3), 329-349.
- De La Cruz, M. P., Del Caño, A., y De La Cruz, E. (2006). «Downside risks in construction projects developed by the civil service: The case of Spain». *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(8), 844-852.
- Del Caño, A., De la Cruz, M. P., y De la Cruz, E. (2008). *Contratación Pública en la Construcción*. Dossat Ediciones, Madrid.
- Dell'Isola, M. D. (1987). «The construction management impact». *The Construction Specifier*, 39, 71-77.
- Egan, J. (1998). *Rethinking construction*. London: Department of the Environment.
- Eisenberg. (1995). «“Relational Contracts” in J. Beatson and D. Friedmann (eds)». *Good Faith and Fault in Contract Law*, Oxford University Press, New York, 291-304.
- Eisenhardt, K. M. (1989). «Building theories from case study research». *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- ElAsmar, M. (2012). «Modeling and benchmarking performance for the Integrated Project Delivery (IPD) system». Ph.Dissertation, University of Wisconsin, Madison, US.
- ElAsmar, M., Hanna, A. S., y Loh, W.-Y. (2013). «Quantifying performance for the integrated project delivery system as compared to established delivery systems». *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 04013012.
- Elvin, G. (2010). «Principles of integrated practice in architecture». *Journal of Architectural and Planning Research*, 27(4), 287-300.
- El Wardani, M. A., Messner, J. I., y Horman, M. J. (2006). «Comparing procurement methods for design-build projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(3), 230-238.

## REFERENCIAS

- ENR. (2014). «Engineering News Record. Building and Construction Cost Indexes – Construction Materials Trends». <<http://enr.construction.com/>>.
- Esmaeili, B., Franz, B., Messner, J., Leicht, R., y Molenaar, K. (2012). «Owner's guide to maximizing success in integrated projects. A summary of study performance metrics». *White Paper for industry advisory panel use only. Charles Pankow Foundation and the Construction Industry Institute.*
- Esmaeili, B., Franz, B., Molenaar, K., Leicht, R., y Messner, J. (2013). «A review of critical success factors and performance metrics on construction projects». *Canadian Society for Civil Engineering*, Montreal, Canada.
- Esmaeili, B., Pellicer, E., y Molenaar, K. (2014). «Critical success factors for construction projects». July 2014, Alcañiz, Zaragoza.
- Festinger, L., Schachter, S., y Back, K. (1950). «The spatial ecology of group formation». *In L. Festinger, S. Schachter, & K. Back (eds.), Social Pressure in Informal Groups*, 1950. Chapter 4.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications, Los Angeles.
- Florice, S., y Miller, R. (2003). «An exploratory comparison of the management of innovation in the New and Old economies». *R and D Management*, 33(5), 501-525.
- Franz, B. (2014). «Modeling the role of team integration and group cohesion in construction project performance». Ph.Dissertation, The Pennsylvania State University, United States -Pennsylvania.
- Franz, B., Esmaeili, B., Leicht, R., Molenaar, K., y Messner, J. (2014). «Exploring the role of the team environment in building project performance». *Construction Research Congress*, Atlanta, Estados Unidos.
- Freeman, M., y Beale, P. (1992). «Measuring project success». *Project Management Journal*, 23(1), 8-17.
- Gann, D. M., y Salter, A. J. (2000). «Innovation in project-based, service-enhanced firms: The construction of complex products and systems». *Research Policy*, 29(7-8), 955-972.
- Ghassemi, R., y Becerik-Gerber, B. (2011). «Transitioning to integrated project delivery: Potential barriers and lessons learned». *Lean Construction Journal*, 32-52.
- Glaser, B. G., y Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Aldine Publishing Company, Amherst, Massachusetts.
- Goetz, C. J., y Scott, R. E. (1981). «Principles of Relational Contracts». *Virginia Law Review*, 67(6), 1089-1150.

- Goodman, L. A. (1961). «Snowball sampling». *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(1), 148-170.
- Gordon, C. M. (1994). «Choosing Appropriate Construction Contracting Method». *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(1), 196-210.
- Gransberg, D. D., y Buitrago, M. E. V. (2002). «Construction project performance metrics». *AACE International Transactions*, CS21-CS25.
- Gransberg, D. D., Dillon, W. D., Reynolds, L., y Boyd, J. (1999). «Quantitative analysis of partnered project performance». *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(3), 161-166.
- Gransberg, D. D., Koch, J. E., y Molenaar, K. (2006). *Preparing for Design-Build Projects. A Primer for Owners, Engineers, and Contractors*. American Society of Civil Engineers Press, Reston, Virginia.
- Gransberg, D. D., y Riemer, C. (2009). «Impact of Inaccurate Engineer's Estimated Quantities on Unit Price Contracts». *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(11), 1138-1145.
- Guest, G., Bunce, A., y Johnson, L. (2006). «How Many Interviews Are Enough? An Experiment with Data Saturation and Variability». *Field Methods*, 18(1), 59-82.
- Gundlach, G. T., y Achrol, R. S. (1993). «Governance in exchange: Contract law and its alternatives». *Journal of Public Policy and Marketing*, 12(2), 141-155.
- Hair, J. F., Jr, Black, W. C., Babin, B. J., y Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited, Harlow, UK.
- Hale, D. R., Shrestha, P. P., Gibson, G. E., y Migliaccio, G. C. (2009). «Empirical comparison of design/build and design/bid/build project delivery methods». *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(7), 579-587.
- Harris, D. (1983). «Contract as promise». *International Review of Law and Economics*, 3(1), 69-77.
- Hatcher, L. (1994). *A step-by-step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling*. SAS Publishing, Cary, NC.
- Hinze, J. (2010). *Construction Contracts 3rd*. McGraw-Hill, New York.
- Holmen, E., Pedersen, A. C., y Torvatn, T. (2005). «Building relationships for technological innovation». *Journal of Business Research*, 58(9), 1240-1250.
- Hwang, B.-G., Liao, P.-C., y Leonard, M. P. (2011). «Performance and practice use comparisons: Public vs. Private owner projects». *KSCE Journal of Civil Engineering*, 15(6), 957-963.

## REFERENCIAS

- Ibbs, C. W., Kwak, Y. H., Ng, T., y Murat Odabasi, A. (2003). «Project delivery systems and project change: Quantitative analysis». *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(4), 382-387.
- INE. (2015a). «INEbase/Economía/Cuentas económicas/Contabilidad Nacional de España. Base 1995.» <<http://www.ine.es/>>.
- INE. (2015b). «Índice de Precios Industriales (IPRI)». <<http://www.ine.es/>>.
- INE. (2015c). «Productos y Servicios. El IPC en un clic». <<http://www.ine.es/>>.
- Jaselskis, E. J., y Ashley, D. B. (1991). «Optimal allocation of project management resources for achieving success». *Journal of Construction Engineering and Management*, 117(2), 321-340.
- Jefatura del Estado. (1999). «Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación». *Boletín Oficial del Estado*, núm. 266, 22 pp.
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis*. Springer, New York.
- Jordan, E., Gross, M. E., Javernick-Will, A. N., y Garvin, M. J. (2011). «Use and misuse of qualitative comparative analysis». *Construction Management and Economics*, 29(11), 1159-1173.
- Joskow, P. L. (1990). «The performance of long-term contracts: Further evidence from coal markets». *RAND Journal of Economics*, 21(2), 251-274.
- Kaiser, H. F. (1960). «The application of electronic computers to factor analysis». *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kent, D. C., y Becerik-Gerber, B. (2010). «Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery». *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(8), 815-825.
- Knutson, K., Schexnayder, J. C., Fiori, C., y Mayo, R. (2009). *Construction Management Fundamentals. Second Edition*. McGraw-Hill Education, New York.
- Kolli, B. R., y Tran, D. (2015). «Best value procurements for highway design-bid-build projects. 5th International/11th Construction Specialty Conference». June 2015, Vancouver, British Columbia.
- Konchar, M., y Sanvido, V. (1998). «Comparison of U.S. project delivery systems». *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(6), 435-444.
- Korde, T., Li, M., y Russell, A. D. (2005). «State-of-the-art review of construction performance models and factors». *Construction Research Congress 2005*, 1-14.
- Korkmaz, S., Riley, D., y Horman, M. (2010). «Piloting evaluation metrics for sustainable high-performance building project delivery». *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(8), 877-885.

- Korkmaz, S., Riley, D., y Horman, M. (2011). «Assessing project delivery for sustainable, high-performance buildings through mixed methods». *Architectural Engineering and Design Management*, 7(4), 266-274.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University, Stanford, CA.
- Kumaraswamy, M. M., Ling, F. Y. Y., Rahman, M. M., y Phng, S. T. (2005a). «Constructing relationally integrated teams». *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(10), 1076-1086.
- Kumaraswamy, M. M., Rahman, M. M., Ling, F. Y. Y., y Phng, S. T. (2005b). «Reconstructing cultures for relational contracting». *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(10), 1065-1075.
- Kumaraswamy, M. M., y Thorpe, A. (1996). «Systematizing construction project evaluations». *Journal of Management in Engineering*, 12(1), 34-39.
- Lahdenperä, P. (2012). «Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery». *Construction Management and Economics*, 30(1), 57-79.
- Lam, E. W. M., Chan, A. P. C., y Chan, D. W. M. (2008). «Determinants of successful design-build projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(5), 333-341.
- Lampman, R. J., y Dimeo, B. S. (1989). «Team collaboration like playing ball». *J. Real Estate Dev.*, 5(1), 56-62.
- Larson, E. (1995). «Project partnering: Results of study of 280 construction projects». *Journal of Management in Engineering*, 11(2), 30-35.
- Larson, E. (1997). «Partnering on construction projects: A study of the relationship between partnering activities and project success». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(2), 188-195.
- Latham, M. (1994). *Constructing the team*. HSMO, Londres.
- Leffler, K. B., y Rucker, R. R. (1991). «Transaction costs and the efficient organization of production: A study of timber-harvesting contracts». *Journal of Political Economy*, 99(5), 1060-1087.
- Leicht, R., Franz, B., Messner, J., Molenaar, K., y Esmaili, B. (2015). «Maximizing success in integrated projects: An owner's guide». *Version 0.9, May. Disponible en <http://bim.psu.edu/delivery>*.
- Lewis, N. D. C. (2004). *Operational Risk with Excel and VBA: Applied Statistical Methods for Risk Management*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Lichtig, W. A. (2005). «Sutter health: Developing a contracting model to support lean project delivery». *Lean Construction Journal*, 2(1), 105-112.

## REFERENCIAS

- Lichtig, W. A. (2006). «The integrated agreement for lean project delivery». *Construction Lawyer*, 26(3).
- Lim, B. T. H., Oo, B. L., y Ling, F. (2010). «The survival strategies of Singapore contractors in prolonged recession». *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17(4), 387-403.
- Lim, C. S., y Mohamed, M. Z. (1999). «Criteria of project success: An exploratory re-examination». *International Journal of Project Management*, 17(4), 243-248.
- Lincoln, Y., y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. SAGE Publications, Beverly Hills, California.
- Ling, F. Y. Y. (2004). «How project managers can better control the performance of design-build projects». *International Journal of Project Management*, 22(6), 477-488.
- Ling, F. Y. Y., Chan, S. L., Chong, E., y Ee, L. P. (2004). «Predicting performance of design-build and design-bid-build projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(1), 75-83.
- Ling, F. Y. Y., Low, S. P., Wang, S., y Egbelakin, T. (2008). «Models for predicting project performance in China using project management practices adopted by foreign AEC firms». *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(12), 983-990.
- Liu, A. M. M., y Walker, A. (1998). «Evaluation of project outcomes». *Construction Management and Economics*, 16(2), 209-219.
- Liu, B., Huo, T., Shen, Q., Yang, Z., Meng, J., y Xue, B. (2015). «Which owner characteristics are key factors affecting project delivery system decision making? empirical analysis based on the rough set theory». *Journal of Management in Engineering*, 31(4), 05014018.
- Locke, E. A., y Latham, G. P. (2002). «Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey». *American Psychologist*, 57(9), 705-717.
- López Del Puerto, C., Gransberg, D. D., y Shane, J. S. (2008). «Comparative analysis of owner goals for design/build projects». *Journal of Management in Engineering*, 24(1), 32-39.
- Macaulay, S. (1985). «An empirical view of contract». *Wisconsin Law Review*, 465, 465-482.
- Macneil, I. R. (1969). «Whither contracts?» *Journal of Legal Education*, 21, 403-418.
- Macneil, I. R. (1974). «The many futures of contracts». *Southern California Law Review*, 47(3), 691-816.

- Macneil, I. R. (1978). «Contracts: Adjustment of long-term economic relations under classical, neoclassical and relational contract law». *Northwestern University Law Review*, 72(6), 854-905.
- Macneil, I. R. (1980). *The New Social Contract: An Inquiry into Modern Contractual Relations*. Yale University Press, New Haven.
- Macneil, I. R. (1985). «Relational contract: What we do and do not know». *Wisconsin Law Review*, 483-525.
- Maloney, W. (1990). «Framework for Analysis of Performance». *Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), 399-415.
- Martínez Carazo, P. C. (2006). «El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica». *Pensamiento y gestión: revista de la División de Ciencias Administrativas de la Universidad del Norte*, 20(julio 2006), 165-193.
- Martín, Q., Cabero, M. T., y De Paz, Y. R. (2007). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Prácticas resueltas y comentadas*. Ediciones Paraninfo, S.A, Madrid, España.
- Matthews, O., y Howell, G. A. (2005). «Integrated project delivery: An example of relational contracting». *Lean Construction Journal*, 2(1), 46-61.
- Menches, C. L., y Chen, J. (2012). «Facilitating team decision-making through reimbursable contracting strategies». *Canadian Journal of Civil Engineering*, 39(9), 1043-1052.
- Menches, C. L., y Hanna, A. S. (2006). «Quantitative measurement of successful performance from the project manager's perspective». *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(12), 1284-1293.
- Migliaccio, G. C., Bogus, S. M., y Chen, A. (2010). «Effect of duration of design-build procurement on performance of transportation projects». *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, 2151, 67-73.
- Miller, J. B., Garvin, M. J., Ibbs, C. W., y Mahoney, S. E. (2000). «Toward a new paradigm: Simultaneous use of multiple project delivery methods». *Journal of Management in Engineering*, 16(3), 58-67.
- Minchin, R. E., Henriquez, N. R., King, A. M., y Lewis, D. W. (2010). «Owners respond: Preferences for task performance, delivery systems, and quality management». *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(3), 283-293.
- Minchin, R. E., Li, X., Issa, R. R., y Vargas, G. G. (2013). «Comparison of cost and time performance of design-build and design-bid-build delivery systems in Florida». *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 04013007.

## REFERENCIAS

- Ministerio de Economía y Hacienda. (2011a). «Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público». *Boletín Oficial del Estado*, núm. 276, 163 pp.
- Ministerio de Economía y Hacienda. (2011b). «Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.» *Boletín Oficial del Estado*, núm. 258, 14 pp.
- Ministerio de Fomento. (1998). *Estudio del sector de las empresas de ingeniería civil en España. Documento de síntesis e informe técnico*. Ministerio de Fomento, Madrid, 1998.
- Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. (2015). «Orden HAP/610/2015, de 6 de abril, sobre los índices de precios de la mano de obra y materiales para el año 2013, aplicables a la revisión de precios de contratos de las Administraciones Públicas.» *Boletín Oficial del Estado*, núm. 86, 6 pp.
- Mintzberg, H. (1979). «An Emerging Strategy of “Direct” Research». *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 582-589.
- Mitropoulos, P., y Tatum, C. B. (2000). «Management-driven integration». *Journal of Management in Engineering*, 16(1), 48-58.
- MnDOT. (2013). «Minnesota Department of Transportation/MnDOT.gov». <<http://www.dot.state.mn.us/>>.
- Molenaar, K., y Gransberg, D. D. (2001). «Design-builder selection for small highway projects». *Journal of Management in Engineering*, 17(4), 214-223.
- Molenaar, K., y Johnson, D. E. (2003). «Engineering the procurement process to achieve best value». *ASCE Journal of Leadership and Management in Engineering*, 3(3), 137-141.
- Molenaar, K., Leicht, R., Messner, J., Franz, B., y Esmaeili, B. (2015). «Examining the role of integration in the success of building construction projects». *Charles Pankow Foundation and Construction Industry Institute*, Vancouver, WA, 170 pp.
- Molenaar, K. R., y Navarro, D. (2011). «Key performance indicators in highway design and construction». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Transportation Research Record, 2228, 51-58.
- Molenaar, K. R., y Songer, A. D. (2001). «Web-based decision support systems: Case study in project delivery». *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15(4), 259-267.

- Molenaar, K., y Sanz, A. (2015). «Effects of Project Integration in the United States and Spain». *Estrategias de Innovación en la Construcción: Ejemplos Internacionales*, Valencia.
- Molenaar, K., Sobin, N., Gransberg, D., McCuen, T., Korkmaz, S., y Horman, M. (2009). «Sustainable, high performance projects and project delivery methods: A state-of-practice». *Report to the Charles Pankow Foundation*, Claremont, CA, September 2009, 31 pp.
- Molenaar, K., y Songer, A. D. (1998). «Model for public sector design-build project selection». *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(6), 467-479.
- Molenaar, K., Songer, A. D., y Barash, M. (1999). «Public sector design/build evolution and performance». *Journal of Management in Engineering*, 15(2), 54-62.
- Molenaar, K., Washington, S., y Diekmann, J. (2000). «Structural equation model of construction contract dispute potential». *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(4), 268-276.
- Mollaoglu-Korkmaz, S., Swarup, L., y Riley, D. (2013). «Delivering sustainable, high-performance buildings: Influence of project delivery methods on integration and project outcomes». *Journal of Management in Engineering*, 29(1), 71-78.
- Monge, E. C. (2010). «El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas». *Revista Nacional de Administración*, 1(2), 31-54.
- Montgomery, D. C. (2012). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley, Hoboken, NJ.
- Moon, H., Cho, K., Hong, T., y Hyun, C. (2011). «Selection model for delivery methods for multifamily-housing construction projects». *Journal of Management in Engineering*, 27(2), 106-115.
- MOP. (2015). «Ministerio de Fomento». <<http://www.fomento.gob.es/>>.
- Nam, C. H., y Tatum, C. B. (1992). «Noncontractual methods of integration on construction projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(2), 385-398.
- Naoum, S., y Egbu, C. (2015). «Critical Review of Procurement Method Research in Construction Journals». *Procedia Economics and Finance*, 8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, 21, 6-13.
- Naoum, S. G. Member, Asce. (1994). «Critical analysis of time and cost of management and traditional contracts». *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(4), 687-705.

## REFERENCIAS

- Ndekugri, I., y Turner, A. (1994). «Building Procurement by Design and Build Approach». *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(2), 243-256.
- Nikou Goftar, V., El Asmar, M., y Bingham, E. (2014). «A Meta-analysis of Literature Comparing Project Performance between Design-Build (DB) and Design-Bid-Build (DBB) Delivery Systems». *Construction Research Congress 2014*, American Society of Civil Engineers, 1389-1398.
- Norris, W. (1990). «Margin of Profit: Teamwork». *Journal of Management in Engineering*, 6(1), 20-28.
- Odhigu, F. O., Yahya, A., Abdul Rani, N. S., y Shaikh, J. M. (2012). «Investigation into the impacts of procurement systems on the performance of construction projects in East Malaysia». *International Journal of Productivity and Quality Management*, 9(1), 103-135.
- Ojo, S. O., Aina, O., y Adeyemi, A. Y. (2011). «A comparative analysis of the performance of traditional contracting and design-build procurements on client objectives in Nigeria». *Journal of Civil Engineering and Management*, 17(2), 227-233.
- Oviedo-Haito, R. J., Jiménez, J., Cardoso, F. F., y Pellicer, E. (2014). «Survival factors for subcontractors in economic downturns». *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3).
- Owen, R., Amor, R., Palmer, M., Dickinson, J., Tatum, C. B., Kazi, A. S., Prins, M., Kiviniemi, A., y East, B. (2010). «Challenges for integrated design and delivery solutions». *Architectural Engineering and Design Management*, 6, 232-240.
- Oyetunji, A. A., y Anderson, S. D. (2006). «Relative effectiveness of project delivery and contract strategies». *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(1), 3-13.
- Parfitt, M. K., y Sanvido, V. E. (1993). «Checklist of critical success factors for building projects». *Journal of Management in Engineering*, 9(3), 243-249.
- Park, H.-S., Lee, D., Kim, S., y Kim, J.-L. (2015). «Comparing project performance of design-build and design-bid-build methods for large-sized public apartment housing projects in Korea». *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 14(2), 323-330.
- Pellicer, E., Catalá Alís, J., y Alshubbak, A. (2012a). «Hacia una visión sistémica del ciclo de vida de la infraestructura». *Revista de Obras Públicas*, (3532), 41-48.
- Pellicer, E., Correa, C. L., Yepes, V., y Alarcón, L. F. (2012b). «Organizational improvement through standardization of the innovation process in construction firms». *Engineering Management Journal*, 24(2), 40-53.

- Pellicer, E., Sanz, A., Esmaeili, B., y Molenaar, K. (2014a). «Collaborative Behavior in the Spanish Building Industry: A Preliminary Analysis of the dataset». *18th International Congress on Project Management and Engineering*, July 2014, Alcañiz, Zaragoza.
- Pellicer, E., y Victory, R. (2006). «Implementation of project management principles in Spanish residential developments». *International Journal of Strategic Property Management*, 10(4), 233-248.
- Pellicer, E., Yepes, V., Teixeira, J. C., y Catalá, J. (2014b). *Construction Management*. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, United Kingdom.
- Peña, D., y Romo, J. (1997). *Introducción a la estadística para las ciencias sociales*. McGraw-Hill, Aravaca, Madrid.
- Perry, J. G., y Thompson, P. (1982). *Target and cost-reimbursable construction contracts*. CIRIA, London.
- PMI. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok Guide) - 5th Edition*. Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania.
- Pocock, J. B., Hyun, C. T., Liu, L. Y., y Kim, M. K. (1996). «Relationship between project interaction and performance indicators». *Journal of Construction Engineering and Management*, 122(2), 165-176.
- Putnam, A. O. (1985). «A redesign for engineering». *Harvard Business Review*, May-June, 139-144.
- Ragin, C. (1987). *The Comparative Method. Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. University of California Press, Berkeley.
- Ragin, C. C. (1994). *Constructing Social Research: The Unity and Diversity of Method*. Pine Forge Press, Thousand Oaks, CA.
- Rahman, M. M., y Kumaraswamy, M. M. (2004). «Contracting relationship trends and transitions». *Journal of Management in Engineering*, 20(4), 147-161.
- Rahman, M. M., y Kumaraswamy, M. M. (2005). «Relational selection for collaborative working arrangements». *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(10), 1087-1098.
- Rahman, M. M., y Kumaraswamy, M. M. (2008). «Relational contracting and teambuilding: Assessing potential contractual and noncontractual incentives». *Journal of Management in Engineering*, 24(1), 48-63.
- Rahman, M. M., y Kumaraswamy, M. M. (2012). «Multicountry perspectives of relational contracting and integrated project teams». *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 469-480.

## REFERENCIAS

- Rebeiz, K. (2012). «Public–Private Partnership Risk Factors in Emerging Countries: BOOT Illustrative Case Study». *Journal of Management in Engineering*, 28(4), 421-428.
- Rialp, A. (1998). «El método del caso como técnica de investigación y su aplicación al estudio de la función directiva.» *ponencia presentada en el IV Taller de Metodología ACEDE*, 23-25 de abril, Arnedillo, La Rioja.
- Riggs, J. L., Goodman, M., Finley, R., y Miller, T. (1992). «A decision support system for predicting project success». *Project Management Journal*, 23, 37-43.
- RSMEANS. (2014). «RSMeans from the Gordian Group/Construction Cost Data». <<http://www.rsmeans.com/>>.
- Russell, J. S., Jaselskis, E. J., y Lawrence, S. P. (1997). «Continuous assessment of project performance». *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1), 64-71.
- Rutten, M. E. J., Dorée, A. G., y Halman, J. I. M. (2009). «Innovation and interorganizational cooperation: a synthesis of literature». *Construction Innovation*, 9(3), 285-297.
- Sakal, M. W. (2005). «Project alliancing: A relational contracting mechanism for dynamic projects». *Lean Construction Journal*, 2(1), 67-79.
- Sanvido, V., Grobler, F., Parfitt, K., Guvenis, M., y Coyle, M. (1992). «Critical success factors for construction projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(1), 94-111.
- SEOPAN. (2014). *Informe Económico 2013*. Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras, España.
- Shane, J. S., y Gransberg, D. D. (2010). «Coordination of design contract with construction manager-at-risk preconstruction service contract». *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, 2151, 55-59.
- Shehu, Z., Holt, G. D., Endut, I. R., y Akintoye, A. (2015). «Analysis of characteristics affecting completion time for Malaysian construction projects». *Built Environment Project and Asset Management*, 5(1), 52-68.
- Shenhar, A. J., Levy, O., y Dvir, D. (1997). «Mapping the dimensions of project success». *Project Management Journal*, 28(2), 5-13.
- Shrestha, P., Maharjan, R., Shakya, B., y Batista, J. (2014). «Alternative Project Delivery Methods for Water and Wastewater Projects: The Satisfaction Level of Owners». *Construction Research Congress 2014*, American Society of Civil Engineers, 1733-1742.

- Shrestha, P. P., O'Connor, J. T., y Gibson Jr., G. E. (2012). «Performance comparison of large design-build and design-bid-build highway projects». *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(1), 1-13.
- Shumway, R., Richard, A., y Ritti, J. (2004a). «New trends and bad results in construction contracts, part I». *Leadership and Management in Engineering*, 4(3), 93-98.
- Shumway, R., Richard, A., y Ritti, J. (2004b). «New trends and bad results in construction contracts, part II». *Leadership and Management in Engineering*, 4(3), 99-104.
- Soetanto, R., y Proverbs, D. G. (2002). «Modelling the satisfaction of contractors: The impact of client performance». *Engineering, Construction and Architectural Management*, 9(5-6), 453-465.
- Songer, A. D., y Molenaar, K. (1996a). «Selection factors and success criteria for design-build in the US and UK». *Journal of Construction Procurement*, 2(2), 69-82.
- Songer, A. D., y Molenaar, K. (1996b). «Selecting design-build: Public and private sector owner attitudes». *Journal of Management in Engineering*, 12(6), 47-53.
- Songer, A. D., y Molenaar, K. (1997). «Project characteristics for successful public-sector design-build». *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1), 34-40.
- Spreen, M. (1992). «Rare Populations, Hidden Populations, and Link-Tracing Designs: What and Why?» *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, 36(1), 34-58.
- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. SAGE Publications, Thousand Oaks, California.
- Streiner, D. L. (1994). «Figuring out factors: the use and misuse of factor analysis.» *Canadian Journal of Psychiatry*, 39(3), 135-140.
- Swarup, L., Korkmaz, S., y Riley, D. (2011). «Project delivery metrics for sustainable, high-performance buildings». *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(12), 1043-1051.
- Swierczek, F. W. (1994). «Culture and conflict in joint ventures in Asia». *International Journal of Project Management*, 12(1), 39-47.
- Taylor, C. J. (1992). «Ethyl Benzene project: the client's perspective». *International Journal of Project Management*, 10(3), 175-178.
- Touran, A., Gransberg, D. D., Molenaar, K., Bakhshi, P., y Ghavamifar, K. (2009). «A guidebook for selecting airport capital project delivery methods, ACRP Report 21». *Airport Cooperative Research Program, Transportation Research Board of the National Academies*, Airport Cooperative Research Program, Washington, DC, October 2009, 91 pp.

## REFERENCIAS

- Unión Europea. (2014). «Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE Texto pertinente a efectos del EEE». *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 94, 177 pp.
- Villar-Mir, J. M. (2001). «R+D+I in the construction sector». *Revista de Obras Publicas*, 148(3409), 7-30.
- Villarreal, O., y Landeta, J. (2010). «Case study as a methodology of scientific research in business economics and management. An application of the internationalisation». *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa (IEDEE)*, 16(3), 31-52.
- Walker, D. H. T., Hampson, K. D., y Peters, R. (2000). *Relationship Based Procurement Strategies for the 21st Century*. AusInfo, Canberra.
- Wang, W.-C., Yu, W.-D., Yang, I.-T., Lin, C.-C., Lee, M.-T., y Cheng, Y.-Y. (2013). «Applying the AHP to support the best-value contractor selection-lessons learned from two case studies in Taiwan». *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(1), 24-36.
- Weston, D. C., y Gibson, G. E., Jr. (1993). «Partnering-project performance in U.S. Army Corps of Engineers». *Journal of Management in Engineering*, 9(4), 410-425.
- Winner, R. I., Pennell, J. P., Bertrand, H. E., y Slusarczuk, M. M. G. (1988). «The role of concurrent engineering in weapons system acquisition». *IDA Report*, R-338.
- Wong, P. S. P., Cheung, S. O., y Ho, P. K. M. (2005). «Contractor as trust initiator in construction partnering - Prisoner's dilemma perspective». *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(10), 1045-1053.
- Wuellner, W. W. (1990). «Project performance evaluation checklist for consulting engineers». *Journal of Management in Engineering*, 6(3), 270-281.
- Xia, B., y Chan, A. P. C. (2012). «Identification of selection criteria for operational variations of the design-build system: A Delphi study in China». *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(2), 173-183.
- Xia, B., Chan, A. P. C., y Skitmore, M. (2012). «A classification framework for design-build variants from an operational perspective». *International Journal of Construction Management*, 12(3), 85-99.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications. Inc, Los Angeles, California.
- Yu, A. T. W., Chan, E. H. W., Chan, D. W. M., Lam, P. T. I., y Tang, P. W. L. (2010). «Management of client requirements for design and build projects in the construction industry of Hong Kong». *Facilities*, 28(13), 657-672.

## **ANEXOS**



**Anexo A: ENCUESTA**





Código Obra:

Fecha:

Hora inicio:

Hora Fin:

Lugar

## 1-CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### Q1-1- Información de contacto

Empresa:

Persona de contacto:

Años de experiencia profesional:

Teléfono:

Correo electrónico:

### Q1-2- Información de la obra

Denominación de la obra:

Localización de la obra:

Dirección:

Ciudad (Provincia):

Código Postal:

### Q1-3- Tipo de agente

- Promotor
- Contratista (constructor)
- Otros, por favor especificar:

### Q1-6- Descripción de la obra

Superficie total construida (m<sup>2</sup>):

Número de plantas (sobre rasante):

Número de sótanos (bajo rasante):

### Q1-7- Tipo de cimentación

- Zapatas
- Losa de cimentación
- Profunda (cajones, pilotes o muro pantalla)
- Otros, por favor especificar:

**Q1-8. Por favor, introduzca el porcentaje de obra, por coste y superficie, que corresponde a nueva construcción y el que corresponde a obra de reforma:**

	Por coste (%)	Por superficie (%)
Nueva construcción		
Obra de reforma		
<b>Total</b>		

**Q1-9- Desde su punto de vista, ¿Cuál fue el nivel de complejidad de la obra? (siendo 1 bajo y 6 alto)**

- 1 (bajo)     2     3     4     5     6 (alto)     N/A



### 3-RESULTADOS (COSTES)

**Q3-1- ¿Cuáles fueron los costes totales? Indique si son reales o estimados.** Excluya los costes que no sean propios de la construcción. Incluya los costes externos a la huella del edificio, ej. la urbanización del entorno, en su caso.

	Proyecto	R	E	Dirección	R	E	Construcción	R	E
Presupuesto contratado		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presupuesto final		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q3-2- Si necesita realizar alguna observación con respecto a estos costes, indíquelo en el siguiente cuadro:**

**Q3-3- Estime el coste de los trabajos realizados fuera de los límites de la parcela. Los límites de la parcela son la propia huella del edificio: ej. la urbanización del entorno se consideraría como un trabajo realizado fuera de la parcela.**

	(€)	(%)
Obra fuera de los límites de la parcela:		

**Q3-4- ¿Se hicieron modificaciones al proyecto durante la ejecución de la obra?**

- Sí       No       No lo sé

**P3-4-1- En su caso, indique las partes del proyecto que sufrieron modificaciones:**

- Cimentación       Cubierta       Interiores       Otros:  
 Estructura       Fachada       Instalaciones

**Q3-5- ¿Hubo algún litigio (de cualquier tipo, no sólo económico) en esta obra?**

- Sí, resuelto       Sí, por resolver       No

**P3-6- En caso afirmativo, indique de que tipo:**

- Jurídico       De propiedad       Técnico       Otros, por favor especificar:

### 4-RESULTADOS (PLAZOS)

**Q4-1- Por favor complete el siguiente cuadro e indique si son datos reales o estimados.**

	Contrato DD/MM/AA	R	E	Final DD/MM/AA	R	E
Fecha de inicio del proyecto		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fecha de entrega del proyecto		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fecha de inicio de la obra (acta de inicio)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fecha de finalización de la obra (recepción obra)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fecha de puesta en servicio del edificio		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**P4-2- En el caso en que se produjeran retrasos, indique las causas que los originaron:**



## 5-RESULTADOS (CALIDAD)

**Q5-1- Por favor, califique en función de sus expectativas previas (promotor) cada una de las siguientes cuestiones (siendo 1 bajo y 6 alto)**

	1 (bajo)	2	3	4	5	6 (alto)
Dificultad de la puesta en servicio	<input type="radio"/>					
Número y magnitud de las quejas (en fase de uso del edificio)	<input type="radio"/>					
Coste de mantenimiento y explotación del edificio	<input type="radio"/>					
Calidad de fachada/cubierta/estructura/cimentación	<input type="radio"/>					
Calidad del espacio/diseño interior	<input type="radio"/>					
Calidad de las instalaciones (luz, calefacción y aire acondicionado)	<input type="radio"/>					
Calidad de la estética exterior (proporciones, estilo e impresión del edificio)	<input type="radio"/>					
Calidad del ambiente interior (sensación e imagen)	<input type="radio"/>					

**Q5-2- ¿Cómo es su satisfacción general con el diseño-construcción del edificio? (siendo 1 nada satisfecho y 6 muy satisfecho)**

1 (nada satisfecho)	2	3	4	5	6 (muy satisfecho)	N/A
<input type="radio"/>						

**Q2-5- ¿Cuál fue la carga administrativa de la construcción, en comparación con otras obras? (siendo 1 bajo y 6 alto). Carga administrativa: cantidad de procesos burocráticos que suponen una carga excesiva para el equipo de dirección facultativa y para el propio promotor.**

1 (bajo)	2	3	4	5	6 (alto)	N/A
<input type="radio"/>						

**P5-3- ¿Hubo alguna incidencia durante el periodo de garantía?**

- Sí       No       No lo sé

**P5-4- En su caso, indicar de que tipo:**



## 6-SEGURIDAD

**Q6-1- Por favor, complete los siguientes datos:**

Número de accidentes registrados

Número de accidentes con baja

Volumen de mano de obra

número total de horas trabajadas en la obra por el total de trabajadores (indique si son estimadas (E) o reales (R))

## 7-RESULTADOS (OTROS)

**Q7-1- ¿Se ha obtenido algún certificado o sello relacionado con aspectos medioambientales o de sostenibilidad (p.e., LEED,BREAM, eficiencia energética AVEN, etc.)?**

- Sí
- No
- Pendiente
- No lo sé

**Q7-2- En su caso, por favor indique cual:**

**P7-6- ¿Sabe usted si la empresa constructora utilizaba un sistema de gestión?**

- Sí
- No
- No lo sé

**P7-7- En su caso, por favor indique cual:**

- ISO 9001
- ISO 14001
- OHSAS 18001
- UNE 166002
- Otros, por favor especificar:



## 8-LICITACIÓN

### Q8-0- Tipología del promotor

Promotor tradicional  Promotor-constructor

### Q8-1- ¿Qué factores se tuvieron en cuenta para seleccionar a cada uno de los participantes? (seleccione todas las que fueron consideradas):

	Baja económica	Precio (Honorarios)	Calidad	Estética y funcionalidad	Propuesta técnica	Experiencia proyectos similares	Entrevista
Arquitecto (proyectista)	<input type="checkbox"/>						
<b>Dirección facultativa de obra</b>	<input checked="" type="checkbox"/>						
Contratista (constructor)	<input type="checkbox"/>						
Subcontratista (instalación mecánica)	<input type="checkbox"/>						
Subcontratista (instalación eléctrica)	<input type="checkbox"/>						
Subcontratista (estructura metálica)	<input type="checkbox"/>						
Subcontratista (estructura de hormigón)	<input type="checkbox"/>						
Otros, especificar:	<input type="checkbox"/>						

### Q8-1-1- En el caso del contratista (constructor), por favor indique el peso (en porcentaje) para cada uno de los factores que se tuvieron en cuenta para su selección:

	Baja económica (%)	Precio (Honorarios) (%)	Calidad (%)	Estética y funcionalidad (%)	Propuesta técnica (%)	Experiencia proyectos similares (%)	Entrevista (%)
<b>Contratista (constructor)</b>	<input checked="" type="checkbox"/>						

### Q8-2- ¿Mediante que procedimiento se realizó la licitación? (seleccione UNO solo por participante)

	Abierto subasta	Abierto concurso	Restringido	Negociado	Candidato único
Arquitecto (proyectista)	<input type="radio"/>				
<b>Dirección facultativa de obra</b>	<input checked="" type="radio"/>				
Contratista (constructor)	<input type="radio"/>				
Subcontratista (instalación mecánica)	<input type="radio"/>				
Subcontratista (instalación eléctrica)	<input type="radio"/>				
Subcontratista (estructura metálica)	<input type="radio"/>				
Subcontratista (estructura de hormigón)	<input type="radio"/>				
Otros, especificar:	<input type="radio"/>				



## 9-CONTRATO

**Q9-1- Indique las condiciones de pago utilizados para cada participante:**

	Precio cerrado (llave en mano o tanto alzado)	Precio máximo garantizado	Precios unitarios	Costes más honorarios (valor fijo)	Costes más honorarios (valor %)
Arquitecto (proyectista)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Dirección facultativa de obra</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Contratista (constructor)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (instalación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (instalación eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (estructura metálica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (estructura de hormigón)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros, especificar:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Q9-2- ¿Se utilizó algún tipo de incentivo dentro de las cláusulas del contrato?**

- Sí
- No
- No lo sé

**Q9-3- Indique, en su caso, si se incluyó el mantenimiento y explotación del edificio en el contrato de alguno de los participantes:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Arquitecto (proyectista)              | <input type="checkbox"/> Subcontratista (instalación eléctrica)  |
| <input type="checkbox"/> Dirección facultativa de obra         | <input type="checkbox"/> Subcontratista (estructura metálica)    |
| <input type="checkbox"/> Contratista (constructor)             | <input type="checkbox"/> Subcontratista (estructura de hormigón) |
| <input type="checkbox"/> Subcontratista (instalación mecánica) | <input type="checkbox"/> Otros, especificar:                     |

**Q9-4- ¿Incentivó el promotor la colaboración entre las partes implicadas de algún modo "formal"?**

- Sí
- No
- No lo sé

**P9-7- ¿Se utilizó algún tipo de penalización dentro de las cláusulas del contrato?**

- Sí
- No
- No lo sé

**P9-8- En su caso, indicar de que tipo:**

- Plazo
- Calidad
- Otros, especificar



## 10-EQUIPO

Equipo: participantes en las fases de diseño y construcción del edificio (arquitecto, constructor, director facultativo, subcontratistas, etc.)

### Q10-1- Experiencia individual de los miembros del equipo con edificios similares: (siendo 1 poca y 6 mucha)

	1 (poca)	2	3	4	5	6 (mucha)
Promotor	<input type="radio"/>					
Arquitecto (proyectista)	<input type="radio"/>					
<b>Dirección facultativa de obra</b>	<input checked="" type="radio"/>					
Contratista (constructor)	<input type="radio"/>					
Subcontratista (instalación mecánica)	<input type="radio"/>					
Subcontratista (instalación eléctrica)	<input type="radio"/>					
Subcontratista (estructura metálica)	<input type="radio"/>					
Subcontratista (estructura de hormigón)	<input type="radio"/>					
Otros, por favor especificar:	<input type="radio"/>					

### Q10-3- Relación del promotor con cada uno de los participantes:

	Primera vez	Repiten	N/A
Arquitecto (proyectista)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Dirección facultativa de obra</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Contratista (constructor)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (instalación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (instalación eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (estructura metálica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subcontratista (estructura de hormigón)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros, por favor especificar:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Q10-4- Experiencia previa del equipo trabajando conjuntamente: (siendo 1 poca y 6 mucha)

1 (poca)	2	3	4	5	6 (mucha)	N/A
<input type="radio"/>						

### Q10-5- Calidad de las relaciones humanas (química) entre los miembros del equipo: (siendo 1 pobre y 6 excelente)

1 (pobre)	2	3	4	5	6 (excelente)	N/A
<input type="radio"/>						

### Q10-6- ¿Las decisiones del promotor se comunicaban a tiempo? (siendo 1 nunca y 6 siempre)

1 (nunca)	2	3	4	5	6 (siempre)	N/A
<input type="radio"/>						



## 10-EQUIPO

**Q10-7- ¿Tenía el promotor capacidad para tomar decisiones? (siendo 1 poca y 6 mucha)**

- 1 (poca)      2      3      4      5      6 (mucha)      N/A

**Q10-8- Indique el nivel de sustitución y abandonos que hubo entre los participantes (siendo 1 bajo y 6 alto)**

- 1 (bajo)      2      3      4      5      6 (alto)      N/A

**Q10-9- En su caso, ¿Cómo fue la participación de los usuarios finales durante la fase de diseño? (siendo 1 pasiva y 6 muy activa)**

los usuarios  
finales no  
participaron

- 1 (pasiva)      2      3      4      5      6 (alto)      N/A

**Q10-10- En qué momento hicieron aportaciones los usuarios finales (seleccione todas las que se apliquen)**

- Idea inicial       Diseño básico       Construcción  
 Viabilidad       Diseño constructivo       Explotación  
 Estudio de soluciones       Redacción del proyecto       Otros, especificar:

**Q10-11- ¿Había oficinas en la obra donde compartían espacio de trabajo los miembros del equipo?**

- Si  
 No  
 No lo sé

**Q10-12- En caso afirmativo indicar los participantes que compartieron espacio de trabajo:**

- Arquitecto (proyectista)       Subcontratista (instalación eléctrica)  
 Dirección facultativa de obra       Subcontratista (estructura metálica)  
 Contratista (constructor)       Subcontratista (estructura de hormigón)  
 Subcontratista (instalación mecánica)       Otros, especificar:



## 11-INTERACCIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES

**Q11-1- ¿La comunicación entre los participantes era formal (cartas, reuniones,...) o informal (conversaciones cara a cara, llamadas no programadas,...)? (siendo 1 informal y 6 muy formal)**

1 (informal)	2	3	4	5	6 (muy formal)	N/A
<input type="radio"/>						

**Q11-2- ¿Con qué frecuencia los participantes llegaban a acuerdos para resolver problemas de la obra? (siendo 1 nunca y 6 con mucha frecuencia)**

1 (nunca)	2	3	4	5	6 (mucha frecuencia)	N/A
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

**Q11-3- ¿La comunicación entre las partes era oportuna (en tiempo y en contenido)? (siendo 1 nunca y 6 siempre)**

1 (nunca)	2	3	4	5	6 (siempre)	N/A
<input type="radio"/>						

**Q11-4- Durante la construcción de la obra, ¿cómo se gestionaron los imprevistos?**

- El promotor gestionaba los imprevistos
- El contratista gestionaba los imprevistos
- El promotor y el contratista compartían la gestión de los imprevistos
- Otros, especificar:

**Q11-8- ¿Quiénes participaron en el establecimiento de objetivos en la obra? (marque todo lo que corresponda)**

- Promotor
- Arquitecto (proyectista)
- Dirección facultativa de obra
- Contratista (constructor)
- Subcontratista (instalación mecánica)
- Subcontratista (instalación eléctrica)
- Subcontratista (estructura metálica)
- Subcontratista (estructura de hormigón)
- Otros, especificar:

**Q11-9- ¿Hasta qué punto estaban comprometidos todos los miembros del equipo con los objetivos de la obra? (siendo 1 muy débil y 6 muy fuerte)**

1 (muy débil)	2	3	4	5	6 (muy fuerte)	N/A
<input type="radio"/>						



## 12-PROCESO Y TECNOLOGÍA

**Q12-1- Durante la fase de diseño ¿tuvieron lugar reuniones para intercambiar opiniones entre los participantes? En caso afirmativo ¿puede indicar el número de reuniones que tuvieron lugar?**

- Nº de sesiones:

N/A

**Q12-2- ¿Qué participantes estuvieron presentes en las reuniones que tuvieron lugar para intercambiar opiniones durante la fase de diseño?**

- Promotor  
 Arquitecto (proyectista)  
 Dirección facultativa de obra  
 Contratista (constructor)  
 Subcontratista (instalación mecánica)  
 Subcontratista (instalación eléctrica)  
 Subcontratista (estructura metálica)  
 Subcontratista (estructura de hormigón)  
 Otros, por favor especificar:  
 N/A

**Q12-3- Por favor identifique las aplicaciones informáticas para el tratamiento gráfico y modelado de la información (BIM) que se utilizaron (seleccione todas las que se apliquen)**

- No se utilizaron (BIM)  
 Diseño arquitectónico  
 Diseño de instalaciones de ingeniería  
 Coordinación y detección de interferencias entre instalaciones  
 Programación de obra + diseño 3D  
 Modelo final para uso en fase de explotación  
 Otros, por favor especificar:

**Q12-4- ¿Quién estuvo involucrado en el desarrollo del modelo BIM?**

- No se desarrolló el modelo BIM  
 Promotor  
 Arquitecto (proyectista)  
 Dirección facultativa de obra  
 Contratista (constructor)  
 Subcontratista (instalación mecánica)  
 Subcontratista (instalación eléctrica)  
 Subcontratista (estructura metálica)  
 Subcontratista (estructura de hormigón)  
 Otros, por favor especificar:  
 N/A



## 12-PROCESO Y TECNOLOGÍA

**Q12-5- Por favor proporcione la siguiente información acerca de la actualización del modelo de BIM**

- ¿Con qué frecuencia se actualizó en obra el modelo?
- ¿Cuántas veces se actualizó el modelo a lo largo de la obra?
- No se utilizó modelo BIM

**Q12-6- Proporcione una lista de las herramientas "Lean" (construcción sin pérdidas) utilizadas. Si no se utilizaron este tipo de herramientas deje el cuadro en blanco.**

**Q12-7- ¿Qué parte del trabajo se realizó fuera de la propia obra (prefabricación, modularización)?**

- |                                 |                       |                       |                       |                       |                                      |                       |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1<br>(completamente<br>in-situ) | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6<br>(completamente<br>prefabricado) | N/A                   |
| <input type="radio"/>           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                | <input type="radio"/> |

**Q12-8- Por favor proporcione una lista de los oficios (subcontratas) que intervinieron en el proceso de prefabricado/modularización. Si no se ha utilizado ningún proceso prefabricado/modularización, por favor, deje el cuadro de texto en blanco.**

**P12-9- ¿Se utilizó alguna técnica de control (seguimiento y actualización) de programación?**

- Sí
- No
- No lo sé

**P12-10- En su caso, por favor indique cual:**

- Diagrama de barras
- Diagrama de redes
- Diagrama espacio-tiempo
- Otros, por favor especificar:



### 13-ÉXITO

**Q13-1-** Por favor, califique el éxito general de todo el proceso de diseño y construcción del edificio (siendo 1 pobre y 6 excelente)

1	2	3	4	5	6	N/A
(pobre)					(excelente)	
<input type="radio"/>						

**P13-1-1- ¿Por qué considera usted ese nivel de éxito o de fracaso?**

### 14-CONOCIMIENTO ADQUIRIDO

**Q14-2-** Desde su punto de vista, ¿cómo cree que esta obra podría haber alcanzado un mayor nivel de éxito?

**Q14-4-** ¿El edificio satisface las necesidades previstas?

**Q14-5-** Desde su punto de vista, ¿cuáles son las características singulares de este edificio?

**P14-6- ¿Cree usted que utilizando un sistema de contratación alternativo más integrado o colaborativo (proyecto-obra, dirección integrada de proyectos o proyectos integrados) el proceso constructivo y el resultado final habrían sido más positivos?**

**P14-6-1- Con respecto a la respuesta anterior, tanto en caso afirmativo como negativo. ¿Puede explicarnos por qué?**

**Anexo B: FICHERO PARA RECOGIDA DE DATOS**



La información que proporcione se mantendrá en estricta confidencialidad, dentro de una base de datos protegida por contraseña. Sólo los investigadores van a ver y tener acceso a su información. En el caso de una publicación o la presentación de los resultados de este estudio, ninguna información personal o de empresa identificable será compartida.

## SECCIÓN 1: CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### Información de contacto

Empresa	
Persona de contacto	
Experiencia profesional (sector de la	
Teléfono	
Correo electrónico	

### Información de la obra

Denominación de la obra	
Localización de la obra	
Dirección 1	
Dirección 2	
Ciudad	
Provincia	
Código Postal	

Indique su participación en la obra

### Descripción de la obra:

Superficie total construida (m2)	
Número de plantas (sobre rasante)	
Número de sótanos (bajo rasante)	
Tipo de cimentación:	

Porcentaje de obra, por coste y superficie, que corresponde a nueva construcción y el que corresponde a obra de reforma:

	Por coste	Por superficie
Porcentaje Nueva construcción		
Porcentaje Obra de reforma		

## SECCIÓN 2: COSTES

### **¿Cuales fueron los costes totales ? Indique si son reales (R) o estimados (E)**

Por favor, excluya todos los costes de adquisición del terreno, mobiliario y otros que no sean propios de la construcción. Si se incluyen los costes externos a la huella del edificio, como la urbanización del entorno, en su caso.

	Proyecto	Dirección de Obra	Construcción
Presupuesto contratado			
Presupuesto final			

### **Estime el coste de los trabajos realizados fuera de los límites de la parcela:**

Los límites de la parcela son la propia huella del edificio: la urbanización del entorno se consideraría como un trabajo realizado fuera de la parcela.

Obra fuera de los límites de la parcela (€)

La información que proporcione se mantendrá en estricta confidencialidad, dentro de una base de datos protegida por contraseña. Sólo los investigadores van a ver y tener acceso a su información. En el caso de una publicación o la presentación de los resultados de este estudio, ninguna información personal o de empresa identificable será compartida.

### SECCIÓN 3: PLAZOS

Por favor complete el siguiente cuadro e indique si son datos reales (R) o estimados (E)

	Contrato DD/MM/AA	Realidad DD/MM/AA	Real o Estimado
Fecha de inicio del proyecto			
Fecha de entrega del proyecto			
Fecha de inicio de la obra (acta de inicio)			
Fecha de finalización de la obra (recepción obra)			
Fecha de puesta en servicio del edificio			

En el caso en que se produjeran retrasos, indique las causas que los originaron en el siguiente cuadro:

### SECCIÓN 4: INFORMACIÓN DE CONTACTO

#### Información de contacto (promotor)

Promotor	<input type="text"/>
Persona de contacto	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>
Email	<input type="text"/>

¿Esta persona estaría dispuesta a responder la encuesta ?

#### Información de contacto (contratista)

Contratista	<input type="text"/>
Persona de contacto	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>
Email	<input type="text"/>

¿Esta persona estaría dispuesta a responder la encuesta ?

#### Información de contacto (arquitecto/proyectista)

Arquitecto/proyectista	<input type="text"/>
Persona de contacto	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>
Email	<input type="text"/>

¿Esta persona estaría dispuesta a responder a esta encuesta ?

**Anexo C: PROTOCOLO DE LA ENCUESTA**



	<b>Respuesta preferida</b>	<b>Método para conflictos</b>
<b>1-CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA</b>		
Q1-2- Información de la obra	Promotor	
Q1-6- Descripción de la obra	Promotor	
Q1-7- Tipo de cimentación	Constructor	
Q1-8- Obra nueva construcción o reforma	Promotor	
Q1-9- Nivel de complejidad de la obra	-	Mínimo
<b>3- RESULTADOS (COSTES)</b>		
Q3-1- Costes	Promotor	
Q3-3- Coste de los trabajos realizados fuera de los límites de la	Constructor	
Q3-4-1- Partes del proyecto que sufrieron modificaciones	Promotor	
Q3-5- Litigios	Promotor	
<b>4- RESULTADOS (PLAZOS)</b>		
Q4-1-Plazos	Promotor	
<b>5- RESULTADOS (CALIDAD)</b>		
Q5-1- Calificación Calidad	Promotor	
Q5-2- Satisfacción general con la integración diseño-construcción	Promotor	
Q2-5- Carga administrativa de la construcción	Promotor	
Q5-3- Incidencias durante el periodo de garantía	Promotor	
<b>6- SEGURIDAD</b>		
Q6-1. Seguridad		
<b>7- RESULTADOS (OTROS)</b>		
Q7-1. Certificado medioambientales o de sostenibilidad	Promotor	
Q7-2- Sistema de gestión	Constructor	
Q7-2-1- Sistemas de gestión utilizados	Constructor	
<b>8- LICITACIÓN</b>		
Q8-0- Tipología del promotor	Promotor	
Q8-1- Factores de selección		
Arquitecto (proyectista)	Promotor	
Dirección facultativa de obra	Promotor	
Contratista (constructor)	Promotor	
Subcontratista instalaciones (mecánica/eléctrica/fontanería)	Constructor	
Subcontratista estructuras (hormigón/metálica)	Constructor	
Q8-1-1- Criterio principal para seleccionar al contratista	Promotor	
Q8-2- Procedimiento de licitación		
Arquitecto (proyectista)	Promotor	
Dirección facultativa de obra	Promotor	
Contratista (constructor)	Promotor	
Subcontratista instalaciones (mecánica/eléctrica/fontanería)	Constructor	
Subcontratista estructuras (hormigón/metálica)	Constructor	
<b>9- CONTRATO</b>		
Q9-1- Condiciones de pago		
Arquitecto (proyectista)	Promotor	
Dirección facultativa de obra	Promotor	
Contratista (constructor)	Promotor	
Subcontratista instalaciones (mecánica/eléctrica/fontanería)	Constructor	
Subcontratista estructuras (hormigón/metálica)	Constructor	

	Respuesta preferida	Método para conflictos
<b>9- CONTRATO</b>		
Q9-2- Incentivos en contrato	Promotor	
Q9-3- Contrato de mantenimiento y explotación	Promotor	
Q9-4- Incentivos fuera de contrato	Promotor	
Q9-7- Penalización en el contrato	Promotor	
<b>10- CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO</b>		
Q10-1- Experiencia en la construcción de edificios similares		
Promotor	Promotor	
Arquitecto (proyectista)	Promotor	
Dirección facultativa de obra	Promotor	
Contratista (constructor)	Promotor	
Subcontratista instalaciones (mecánica/eléctrica/fontanería)	Constructor	
Subcontratista estructuras (hormigón/metálica)	<input type="checkbox"/> Constructor	
Q10-3- Relación previa con el promotor		
Arquitecto (proyectista)	Promotor	
Dirección facultativa de obra	Promotor	
Contratista (constructor)	Promotor	
Subcontratista instalaciones (mecánica/eléctrica/fontanería)	Constructor	
Subcontratista estructuras (hormigón/metálica)	Constructor	
Q10-4- Experiencia previa de los participantes trabajando como	-	Media
Q10-5- Calidad de las relaciones humanas entre los participantes	-	Media
Q10-6- Las decisiones del promotor se comunicaban a tiempo	-	Media
Q10-7- Capacidad del promotor para tomar decisiones	-	Media
Q10-8- Sustitución y abandonos entre los participantes	-	Media
Q10-9- Participación usuarios finales en diseño	Promotor	
Q10-10- Participación usuarios finales otras fases	Promotor	
Q10-11- Espacio de trabajo compartido	Constructor	
<b>11- INTERACCIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES</b>		
Q11-1- Formalidad en la comunicación entre los participantes	-	Media
Q11-2- Frecuencia para llegar a acuerdos	-	
Q11-3- Puntualidad de la comunicación	-	
Q11-4- Gestión de las contingencias e imprevistos	Promotor	
Q11-8- Establecimiento de objetivos en la obra	Promotor	
<input type="checkbox"/> Q11-9- Compromiso del equipo con los objetivos de la obra	<input checked="" type="checkbox"/> -	Media
<b>12- PROCEDIMIENTO Y TECNOLOGÍA</b>		
Q12-1- Reuniones durante la fase de diseño	Promotor	
Q12-1- Nº de reuniones durante la fase de diseño	Promotor	
Q12-2- Participantes presentes en las reuniones	Promotor	
Q12-3- BIM	Promotor	
Q12-6- Lean	Promotor	
Q12-7- Prefabricación	Constructor	
Q12-9 ¿Se utilizó alguna técnica de control de programación?	Constructor	
Q12-9-1 Tipos de de control de programación	Constructor	
<b>13- ÉXITO</b>		
Q13-1. Éxito general proceso proyecto-construcción	Promotor	

## **Anexo D: CLASIFICACIÓN DE VARIABLES DE LA ENCUESTA**



Tipo de variable	Apartado del cuestionario	Descripción de la variable	Medición Variable	Nº por tipo
ENTRADA	1. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	Superficie total construida (m <sup>2</sup> )	CONTINUA	1
ENTRADA		Número de plantas (sobre rasante)	DISCRETA	2
ENTRADA		Número de sótanos (bajo rasante)	DISCRETA	3
ENTRADA		Cimentación	NOMINAL	4
ENTRADA		% de obra que corresponde a nueva construcción	CONTINUA	5
ENTRADA		% de obra que corresponde a reforma	CONTINUA	6
ENTRADA		Complejidad técnica de la obra	ORDINAL	7
RESULTADOS	3. COSTES	Coste de construcción contratado (€)	CONTINUA	1
RESULTADOS		Coste de construcción final (€)	CONTINUA	2
RESULTADOS		Coste total contratado (€)	CONTINUA	3
RESULTADOS		Coste total final(€)	CONTINUA	4
RESULTADOS		Coste unitario (€/m <sup>2</sup> )	CONTINUA	5
RESULTADOS		Incremento del coste de construcción (%)	CONTINUA	6
RESULTADOS		Incremento del coste total (%)	CONTINUA	7
RESULTADOS		Intensidad (€/m <sup>2</sup> /mes)	CONTINUA	8
RESULTADOS		Modificaciones al proyecto durante la construcción	NOMINAL	9
RESULTADOS		Litigios	NOMINAL	10
RESULTADOS	4. PLAZOS	Plazo de construcción contratado (meses)	CONTINUA	11
RESULTADOS		Plazo de construcción final(meses)	CONTINUA	12
RESULTADOS		Plazo total contratado (mese)	CONTINUA	13
RESULTADOS		Plazo total final (meses)	CONTINUA	14
RESULTADOS		Velocidad de construcción (m <sup>2</sup> /mes)	CONTINUA	15
RESULTADOS		Velocidad total (m <sup>2</sup> /mes)	CONTINUA	16
RESULTADOS		Incremento del plazo de construcción (%)	CONTINUA	17
RESULTADOS		Incremento de plazo total (%)	CONTINUA	18
RESULTADOS	5. CALIDAD	Dificultad de puesta en servicio	ORDINAL	19
RESULTADOS		Magnitud de las quejas de los usuarios	ORDINAL	20
RESULTADOS		Coste de mantenimiento y explotación del edificio	ORDINAL	21
RESULTADOS		Calidad fachada/cubierta/estructura/cimentación	ORDINAL	22
RESULTADOS		Calidad del espacio/diseño interior	ORDINAL	23
RESULTADOS		Calidad de las instalaciones	ORDINAL	24
RESULTADOS		Calidad de la estética exterior	ORDINAL	25
RESULTADOS		Calidad del ambiente interior	ORDINAL	26
RESULTADOS		Satisfacción general con la calidad del edificio	ORDINAL	27
RESULTADOS		Carga administrativa de la construcción	ORDINAL	28
RESULTADOS	6. SEGURIDAD	Número de accidentes registrados	DISCRETA	29
RESULTADOS		Número de accidentes con baja	DISCRETA	30
RESULTADOS		Volumen de mano de obra	CONTINUA	31
RESULTADOS	7. SOSTENIBILIDAD	Certificado de sostenibilidad	NOMINAL	32
RESULTADOS	13. ÉXITO	Overall success of the project	ORDINAL	33

Tipo de variable	Apartado del cuestionario	Descripción de la variable	Medición Variable	Nº por tipo
DECISION	8. LICITACIÓN	Tipología del promotor (integrado o no integrado)	NOMINAL	1
DECISION		Criterios de selección del arquitecto	NOMINAL	2
DECISION		Criterios de selección de la dirección facultativa	NOMINAL	3
DECISION		Criterios de selección del constructor	NOMINAL	4
DECISION		Criterios de selección de subcontratista de instalaciones	NOMINAL	5
DECISION		Criterios de selección de subcontratista de estructuras	NOMINAL	6
DECISION		Procedimiento de adjudicación de arquitecto	NOMINAL	7
DECISION		Procedimiento de adjudicación de dirección facultativa	NOMINAL	8
DECISION		Procedimiento de adjudicación de constructor	NOMINAL	9
DECISION		Procedimiento de adjudicación de subcontratista de instalaciones	NOMINAL	10
DECISION		Procedimiento de adjudicación de subcontratista de estructuras	NOMINAL	11
DECISION	9. CONTRACTO	Disposición de pago al arquitecto	NOMINAL	12
DECISION		Disposición de pago a la dirección facultativa	NOMINAL	13
DECISION		Disposición de pago al constructor	NOMINAL	14
DECISION		Disposición de pago a subcontratista de instalaciones	NOMINAL	15
DECISION		Disposición de pago a subcontratista de estructuras	NOMINAL	16
DECISION		Incentivos	NOMINAL	17
DECISION		Penalizaciones	NOMINAL	18
DECISION		Contrato de mantenimiento y explotación	NOMINAL	19
DECISION	10. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	Experiencia en edificios similares del promotor	ORDINAL	20
DECISION		Experiencia en edificios similares del arquitecto	ORDINAL	21
DECISION		Experiencia en edificios similares de la dirección facultativa	ORDINAL	22
DECISION		Experiencia en edificios similares del constructor	ORDINAL	23
DECISION		Experiencia en edificios similares de subcontratista de instalación	ORDINAL	24
DECISION		Experiencia en edificios similares de subcontratista de estructura	ORDINAL	25
DECISION		Relación previa entre promotor y arquitecto	ORDINAL	26
DECISION		Relación previa entre promotor y dirección facultativa	ORDINAL	27
DECISION		Relación previa entre promotor y constructor	ORDINAL	28
DECISION		Relación previa entre promotor y subcontratista de instalaciones	ORDINAL	29
DECISION		Relación previa entre promotor y subcontratista de estructuras	ORDINAL	30
DECISION		Experiencia previa del equipo trabajando previamente	ORDINAL	31
DECISION		Calidad de las relaciones humanas (química)	ORDINAL	32
DECISION		Puntualidad en las decisiones del promotor	ORDINAL	33
DECISION		Capacidad del promotor para tomar decisiones	ORDINAL	34
DECISION		Sustituciones y abandonos entre los miembros del equipo	ORDINAL	35
DECISION		Participación de los usuarios finales	ORDINAL	36
DECISION		Espacio de trabajo compartido por los miembros del equipo	NOMINAL	37
DECISION	11. INTERACCIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES	Formalidad de la comunicación entre los miembros del equipo	ORDINAL	38
DECISION		Frecuencia para llegar a acuerdos entre los miembros del equipo	ORDINAL	39
DECISION		Puntualidad en la comunicación	ORDINAL	40
DECISION		Gestión de las contingencias y los imprevistos	NOMINAL	41
DECISION		Nivel de compromiso del equipo con los objetivos de la obra	ORDINAL	42
DECISION	12. PROCESO Y TECNOLOGÍA	Reuniones durante la fase de diseño	NOMINAL	43
DECISION		Número de sesiones durante la fase de diseño	DISCRETA	44
DECISION		BIM	NOMINAL	45
DECISION		Participantes en el desarrollo de BIM	NOMINAL	46
DECISION		Prefabrication	ORDINAL	47

**Anexo E: CUESTIONARIOS PARA EL ESTUDIO DE CASOS**





## DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA:

Con respecto a las funciones de diseño y construcción:

- 1) En la fase de diseño, ¿Intervino el constructor? ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo fue su intervención en la fase de diseño?
- 2) En la fase de construcción, ¿Intervino el constructor en la toma de decisiones o cambios? ¿Puede indicar algún ejemplo?

## PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN:

Con respecto al procedimiento de contratación y selección del contratista:

- 3) ¿Puede describir que impacto tuvo la selección del contratista en la calidad de las relaciones? Ejemplo
- 4) ¿Puede describir que impacto tuvo la selección del contratista en el nivel de compromiso de todos los participantes con los objetivos de la obra? Ejemplo

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con respecto a LA OBRA "XXXXXX" ¿Puede describir los siguientes aspectos?

### Plazos

- 5) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para ajustar los plazos/ resolver los retrasos que se produjeron durante la construcción de la obra?
- 6) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el resultado de los plazos obtenidos? Ejemplos

### Calidad

- 7) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para alcanzar el nivel de calidad obtenido?
- 8) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el nivel de calidad obtenido? ¿Puede indicar algún ejemplo?

### Éxito

- 9) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para obtener el nivel de éxito alcanzado?
- 10) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el nivel de éxito alcanzado? ¿Puede indicar algún ejemplo?
- 11) Con respecto a la experiencia del promotor y constructor ¿Cómo pudo influir en el nivel de éxito obtenido?

### Costes

- 12) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para ajustar los costes/resolver el incremento de costes que se produjeron durante la construcción de la obra?
- 13) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el resultado de los costes obtenidos? ¿Puede indicar algún ejemplo?

### Quejas

- 14) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para obtener un nivel bajo/alto de quejas de los usuarios?
- 15) ¿Tuvo alguna influencia la elección del contratista para obtener un nivel bajo/alto de quejas de los usuarios? ¿Puede indicar algún ejemplo?

## DESCRIPCIÓN DE LAS RELACIONES E INTERACCIÓN DEL EQUIPO

- 16) ¿Puede definir que es para usted **la química del equipo**? ¿Puede indicar algún ejemplo?
- 17) ¿Puede definir que es para usted **el compromiso del equipo** con los objetivos de la obra? ¿Puede indicar algún ejemplo?
- 18) ¿Puede definir que es para usted **la toma de decisiones del promotor**? ¿Puede indicar algún ejemplo?

## DESCRIPCIÓN DE LA INTEGRACIÓN (EMPRESA INTEGRADA)

- 19) Puede indicar las ventajas y desventajas de una empresa integrada.
- 20) En tiempos de crisis, ¿Cree que este tipo de empresas funciona mejor? ¿Por qué?
- 21) ¿Qué ha hecho su empresa para afrontar la crisis sufrida en estos últimos años?



**DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA:** Con respecto a las funciones de diseño y construcción:

1) En la fase de construcción, ¿Intervino el constructor en la toma de decisiones o cambios? ¿Puede indicar algún ejemplo?

**PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN :**Con respecto al procedimiento de contratación y selección del contratista:

3) ¿Puede describir que impacto tuvo la selección del contratista en la calidad de las relaciones? Ejemplo

4) ¿Puede describir que impacto tuvo la selección del contratista en el nivel de compromiso de todos los participantes con los objetivos de la obra? Ejemplo

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Con respecto a LA OBRA "XXXXXX" ¿Puede describir los siguientes aspectos?

**Plazos**

5) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para ajustar los plazos/ resolver los retrasos que se produjeron durante la construcción de la obra?

6) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el resultado de los plazos obtenidos? Ejemplos

**Calidad**

7) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para alcanzar el nivel de calidad obtenido?

8) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el nivel de calidad obtenido? ¿Puede indicar algún ejemplo?

**Éxito**

9) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para obtener el nivel de éxito alcanzado?

10) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el nivel de éxito alcanzado? ¿Puede indicar algún ejemplo?

11) Con respecto a la experiencia del promotor y constructor ¿Cómo pudo influir en el nivel de éxito obtenido?

**Costes**

12) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para ajustar los costes/resolver el incremento de costes que se produjeron durante la construcción de la obra?

13) ¿Cómo influyó la elección del contratista en el resultado de los costes obtenidos? Ejemplo

**Quejas**

14) ¿Puede indicar algún ejemplo de cómo trabajó el equipo para obtener un nivel bajo/alto de quejas de los usuarios?

15) ¿Tuvo alguna influencia la elección del contratista para obtener un nivel bajo/alto de quejas de los usuarios? ¿Puede indicar algún ejemplo?

**DESCRIPCIÓN DE LAS RELACIONES E INTERACCIÓN DEL EQUIPO**

16) ¿Puede definir que es para usted **la química del equipo**? ¿Puede indicar algún ejemplo?

17) ¿Puede definir que es para usted **el compromiso del equipo** con los objetivos de la obra? Ejemplo

18) ¿Puede definir que es para usted **la toma de decisiones del promotor**? ¿Puede indicar algún ejemplo?

**EXPERIENCIA PREVIA:** Con respecto a la experiencia previa trabajando en equipo

19) ¿Volvería a contratar a la empresa constructora? ¿Por qué?

20) ¿Cómo pudo influir el no tener experiencia previa en las relaciones establecidas en el equipo?

21) ¿Cómo pudo influir el no tener experiencia previa en el nivel de éxito obtenido?

**DESCRIPCIÓN DE LA INTEGRACIÓN (EMPRESA NO INTEGRADA)**

22) Puede indicar las ventajas y desventajas de una empresa no integrada.

23) En tiempos de crisis, ¿Cree que este tipo de empresas funciona mejor? ¿Por qué?

24) ¿Qué ha hecho su empresa para afrontar la crisis sufrida en estos últimos años?

## **Anexo F: INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CASOS**



ÉXITO (+)	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra
	<p>"La cultura de esta empresa es trabajar en equipo y ayudarse para alcanzar el objetivo común. Esto se consigue transmitiéndolo de arriba hacia abajo, fomentando la comunicación y las buenas relaciones"</p>	<p>"En esta obra contratamos sólo aquellas empresas que habían trabajado con nosotros antes y que sabíamos que iban a estar comprometidos [con los objetivos de la obra]"</p>	<p>"La empresa lleva cincuenta años construyendo y con esta experiencia se adquiere mucho conocimiento para trabajar bien y obtener resultados satisfactorios."</p>
ID 18	<p>"En esta empresa, la persona que entra a trabajar tiene claro que entra a formar parte de un equipo y de una empresa en la que hay un objetivo común"</p> <p>"El constructor realizó una muy buena selección de subcontratistas, seleccionó a aquellos con los que había trabajado anteriormente"</p>	<p>"Hubo una gran coordinación entre los miembros del equipo."</p>	<p>"Este proyecto era una apuesta muy importante y necesitábamos el compromiso de todos. La comunicación entre el promotor y el constructor fue constante y eficaz."</p> <p>"El nivel de éxito alcanzado se debió en gran medida a la confianza que teníamos entre los miembros del equipo y a la forma de trabajar"</p>
ID12	<p>"El éxito se consigue cuando en el barco vamos todos y todos renamos en la misma dirección. Hay una cultura en esta empresa de esfuerzo, dedicación e implicación que se transmite de arriba hacia abajo"</p> <p>"La selección del equipo se realizó eligiendo profesionales de reconocido prestigio, con experiencia, y contrastada por nosotros en obras anteriores [...] En esta obra solo se contrataron empresas que habían trabajado anteriormente con nosotros y que sabíamos que iban a realizar bien su trabajo".</p>	<p>"Existía química en el equipo porque las personas que lo formaban tenían la capacidad necesaria y suficiente para poder mantener una buena relación y una convivencia día a día, pasando por encima las diferencias que pudieran existir y teniendo presente el objetivo final"</p>	<p>"Cuando se tiene experiencia por las dos partes, te adelantas a los problemas y cuando surgen se resuelven mucho más rápido y de forma más eficaz, con lo que tienes muchas más posibilidades de conseguir el objetivo final y por lo tanto alcanzar el éxito.</p>
ID24	<p>"Nuestra empresa siempre selecciona empresas constructoras de primer nivel para evitar conflictos en cada promoción. Este tipo de empresas sabes que técnicamente van a trabajar bien y va a resultar más sencillo llegar a acuerdos"</p>	<p>"El constructor se comprometió con los objetivos desde el inicio de la obra; el nivel de compromiso fue alto porque pudimos alcanzar un punto intermedio entre los objetivos de una empresa y de la otra."</p>	<p>"Esta obra si la hubiéramos realizado veinte años antes, cuando no teníamos ninguna experiencia, seguro que hubiéramos perdido frente a una gran empresa y con una gran experiencia como era la constructora. De esta manera la cosa se quedó en tablas y se consiguió el objetivo final".</p>
ID03	<p>"Éramos empresas con objetivos diferentes, pero por ambas partes teníamos un objetivo común, avanzamos todos en la misma dirección, y se logró el objetivo"</p> <p>"En esta obra se realizó una buena selección del equipo, había dedicación plena por parte de la promotora y por parte de la constructora, y aunque hubieron algunos problemas en las relaciones se trabajó bien"</p>	<p>"Las negociaciones con la constructora fueron buenas y constantes durante casi toda la obra, aunque al final se endurecieron [...] Hubo confianza al principio pero las relaciones se deterioraron un poco al final"</p>	<p>"Esta obra si la hubiéramos realizado veinte años antes, cuando no teníamos ninguna experiencia, seguro que hubiéramos perdido frente a una gran empresa y con una gran experiencia como era la constructora. De esta manera la cosa se quedó en tablas y se consiguió el objetivo final".</p>

ÉXITO (-)	Organización del promotor	Comportamiento del equipo	Experiencia en la obra
ID 19	<p>"Promotor y constructor compartían el mismo objetivo, pero el equipo de trabajo no funcionó todo lo bien que se esperaba"</p>	<p>"En el equipo existía química, porque llevamos muchos años trabajando juntos, pero hubo un exceso de confianza y el equipo no se comprometió lo suficiente"</p> <p>"La comunicación era constante pero demasiado informal y finalmente no se pudo conseguir el nivel de compromiso adecuado para conseguir el objetivo final"</p>	<p>"Pese a la alta experiencia en la construcción de este tipo de edificios, se podía haber conseguido más, como así nos había ocurrido en otras obras. La selección del equipo para esta obra no fue acertada"</p>
ID 27	<p>"En esta obra, el constructor tuvo más en cuenta sus intereses y no tuvo en cuenta los intereses comunes de todos [...] Hubo exceso de confianza en el contratista y no respondió ante esta confianza, ya que sus intereses no eran los mismos que los del promotor"</p>	<p>"Hubo exceso de confianza en el contratista y no respondió ante esta confianza, ya que sus intereses no eran los mismos que los del promotor"</p> <p>"Hubieron muchos desencuentros durante la construcción y al finalizar la obra"</p>	<p>"El constructor tenía poca experiencia, no estaba acostumbrado a unos clientes que miran al detalle el producto que se les entrega. Las limitaciones de su conocimiento en este tipo de construcción pudo ser una causa de las malas relaciones y del resultado obtenido".</p>
ID 26	<p>"Éramos empresas con objetivos diferentes. Para el promotor el objetivo era obtener un producto de calidad a un buen precio y para el contratista el objetivo era obtener el máximo beneficio económico cumpliendo al mínimo lo que pidió el promotor"</p>	<p>"El nivel de compromiso del contratista en esta obra fue bajo y creo que eso fue determinante en el nivel de calidad alcanzado en esta obra"</p> <p>"Faltaba comunicación entre promotor y constructor. No se atendían mutuamente; cada uno atendía a sus intereses"</p>	<p>"El constructor tenía poca experiencia en este tipo de edificios [...] Con otro contratista con más experiencia seguramente el resultado final habría sido mucho mejor.</p>
ID 14	<p>"No pudimos conseguir que el equipo tuviese un criterio único y común, ya que los objetivos del promotor eran completamente diferentes a los objetivos del constructor"</p>	<p>"Durante la construcción no hubo equipo. Éramos un grupo de personas que se vieron obligadas a trabajar juntas, cada una con intereses diferentes."</p>	<p>"Como promotor nuestra falta de experiencia influyó en el resultado [...] Por su parte, el constructor, tampoco tenía experiencia y al no poder sacar los beneficios esperados hizo que la relación y el producto no fueran buenos"</p>

