



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE LA CADENA DE
SUMINISTRO EN LAS PYMES DE LA CONSTRUCCIÓN: UNA
REVISIÓN DE LA LITERATURA**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN EDIFICACIÓN.

ESPECIALIDAD GESTIÓN.

AUTOR:

Raül Arroyo Pérez.

TUTORES:

Igor Fernández Plazaola.

Elena Navarro Astor.

VALENCIA, JUNIO DE 2016



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ACRÓNIMOS.....	6
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	8
1.1 ANTECEDENTES.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	8
1.3 PROCESO DE TRABAJO.....	9
1.4 ESTRUCTURA.....	10
1.5 CUESTIONES PLANTEADAS.....	11
2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	14
2.1 ¿QUÉ ES UNA CADENA DE SUMINISTRO?.....	14
2.1.1 Definición de Cadena de Suministro.....	14
2.1.2 Gestión de la Cadena de Suministro.....	18
2.1.3 Escuelas de pensamiento.....	20
2.2 EVOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	21
2.2.1 Evolución de la producción industrial hasta la Cadena de Suministro.....	21
2.2.2 Teorías influyentes en la gestión de la Cadena de Suministro.....	27
2.3 ¿QUÉ ES UNA PYME Y QUÉ ES LA EDIFICACIÓN?.....	31
2.3.1 Definición de PYME.....	31
2.3.2 El sector edificación.....	31
2.3.3 El proceso proyecto-construcción.....	32
2.4 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO ACTUAL.....	33
3 ESTADO DEL ARTE: LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA CONSTRUCCIÓN.....	35
3.1 METODOLOGÍA.....	35
3.2 ANÁLISIS.....	36
3.3 RESULTADOS.....	37
3.3.1 Interés académico en la cadena de suministro.....	42
3.3.2 Origen del interés académico.....	45

4	PROBLEMAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.	48
4.1	ANTECEDENTES.	48
4.2	¿QUÉ PRÁCTICAS HABITUALES PUEDEN CAUSAR PROBLEMAS?	51
4.2.1	Las disposiciones financieras.....	53
4.2.2	La selección de la cadena de suministro.	58
4.2.3	La gestión del diseño.	62
4.2.4	La gestión del equipo o Management.....	65
4.2.5	La determinación de los precios.....	70
4.2.6	La fragmentación de la cadena de suministro.	72
5	CAUSAS DE LOS PROBLEMAS.	77
5.1	CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.	79
5.1.1	La fragmentación.....	79
5.1.2	El problema de la calidad.	80
5.1.3	La separación entre diseño y producción.....	81
5.1.4	La colaboración y la comunicación.....	83
5.1.5	La subcontratación.	85
5.1.6	Industria basada en PYMES.....	88
5.1.7	La volatilidad.	90
5.1.8	El carácter cíclico del sector.	91
5.1.9	El gran impacto de la construcción sobre otros sectores.	93
5.1.10	El sector a nivel Europeo.	94
5.2	CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD.	95
5.2.1	Características diferenciadoras.	95
5.2.2	Una actividad compleja.	99
5.3	CONFIGURACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	102
5.3.1	Modelo genérico de la cadena de suministro de la construcción.....	102
5.3.2	La cadena de demanda.....	104
5.3.3	Configuración en red.	106
5.3.4	Coordinación en las cadenas de suministro.	108
5.3.5	Tipos de empresas.....	113
5.3.6	Agentes del proceso edificatorio.	115

5.4	FORMAS DE INICIAR LA PRODUCCIÓN.....	124
5.5	MÉTODOS DE ENTREGA DEL PROYECTO.....	131
5.5.1	Presentación de los distintos métodos.	131
5.5.2	Grado de utilización de los distintos métodos.	143
5.6	TIPOS DE CONTRATOS.	146
5.7	MÉTODOS DE COMPRA.	148
5.7.1	Organización de las compras o contrataciones.....	148
5.7.2	Métodos de pago.	150
5.7.3	Grado de utilización de los distintos métodos.	151
5.8	RELACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.	152
5.8.1	Tipos de relación, según las interacciones, entre los integrantes de las cadenas de suministro.	152
5.8.2	Tipos de relación, según la transferencia de riesgo, entre los integrantes de la cadena de suministro.	155
5.9	TIPOLOGÍAS DE ORGANIZACIÓN ECONÓMICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO.....	158
6	SOLUCIONES PLANTEADAS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS.	160
6.1	LA PLANIFICACIÓN Y LA PRODUCCIÓN.	163
6.1.1	Lean construction.....	163
6.1.2	Total Quality Management (TQM).....	167
6.1.3	Agile.....	168
6.2	EL FLUJO DE MATERIALES.	169
6.2.1	La logística.	169
6.2.2	Just-in-time (JIT).....	170
6.3	LA GESTIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS AGENTES.....	171
6.3.1	Partnering.....	175
6.3.2	Alliancing.....	176
6.3.3	Integrated Project Delivery (IPD).....	178
6.3.4	Gestión de la cadena de suministro (SCM).	182
6.4	LA REINGENIERIA DE PROCESOS.....	191
6.5	LA INGENIERÍA CONCURRENTE.	192

6.6	LA MODULACIÓN, LA ESTANDARIZACIÓN Y LA PREFABRICACIÓN.....	193
6.6.1	La modulación y la estandarización.	193
6.6.2	La prefabricación.....	194
6.7	LA MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO.....	195
6.7.1	Benchmarking.....	195
6.7.2	SCOR.....	196
6.8	LA COMUNICACIÓN.....	196
6.8.1	Tecnologías de la información (TI).....	196
6.8.2	Building Information Modeling (BIM).....	197
6.9	GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	202
7	LA NECESIDAD DE INTEGRAR LA CADENA DE SUMINISTRO.....	204
7.1	LAS EMPRESAS INTEGRADORAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	204
7.2	¿LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS PODRÍAN SER LAS INTEGRADORAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO?.....	207
8	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	213
8.1	CONCLUSIONES.....	213
8.2	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	220
	BIBLIOGRAFÍA.....	222
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	245
	ÍNDICE DE TABLAS.....	250
	ANEXO.....	251

ACRÓNIMOS.

AEC	Architecture, Engineering and Construction.
AIA	The American Institute of Architects.
BDS	Building Description System.
BIM	Building Information Modeling.
BPR	Business Process Reengineering.
CAD	Computer-aided design.
CLM	Council of Logistics Management.
CR	Contratos relacionales.
CT	Contratos transaccionales.
CTO	Concept-to-order.
DIP	Dirección Integrada de Proyectos.
EPOS	Exchange Point of Sales.
ETO	Engineer-to-order.
GSA	General Services Administration.
IAI	Alliance of Interoperability.
IC	Ingeniería concurrente.
IFC	Industry Foundation Classes.
IGLC	International Group for Lean Construction.
INA	Industrial Network Approach.
IPD	Integrated Project Delivery.
JIT	Just In Time.
KPIs	Key Performance Indicators.
LOE	Ley de Ordenación de la Edificación.
LPDS	Lean Project Delivery System.
LPS	Last Planner System.

OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
PIB	Producto interior bruto.
PYME	Pequeña y mediana empresa.
SCC	Supply Chain Council.
SCM	Supply Chain Management.
SCOR	Supply Chain Operations Reference Model.
STS	Ship-to-stock.
TFV	Transformation-flow-value
TI	Tecnologías de la información.
TPM	Total Productive Maintenance.
TQM	Total Quality Management.
VSM	Value stream mapping.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

1.1 ANTECEDENTES.

La cadena de suministro en las industrias del automóvil, textil, alimentación, etc..., ha sido objeto de muchos estudios durante años, cuyos resultados han sido aplicados en gran medida en estos sectores. Empresas como Toyota, Airbus, Dell, Apple, Nokia, Samsung, Zara o Wal-Mart, son casos de éxito reconocido en la gestión de sus cadenas de suministro (Mehrjerdi, 2009; Vrijhoef R. , 2011). Pero la actividad de la construcción y su cadena de suministro tiene características que la distinguen de forma notable, por ello se han desarrollado investigaciones cuyos resultados no parecen haber tenido una aplicación tan generalizada como en otros sectores.

En la industria de la construcción, y más todavía en el subsector de la edificación, se producen sobrecostes, falta de calidad, incumplimiento de plazos, desperdicio de materiales y repeticiones de trabajos que inciden negativamente en los resultados de las empresas. La deficiente gestión de la cadena de suministro está detrás de gran parte de estos problemas. Sin embargo, la mejora en la cadena de suministro no parece ser una de las prioridades de las pequeñas y medianas empresas (pymes) constructoras, probablemente porque en la mayoría de los casos no se ve la forma de mejorar su gestión.

1.2 OBJETIVOS.

El objetivo principal de este trabajo final de máster consiste en estudiar, a través de una revisión bibliográfica, la cadena de suministro en el sector de la construcción de edificios, desde la perspectiva de las pymes constructoras, para analizar su gestión, los problemas que se generan, las causas y las soluciones que se pueden adoptar.

El objetivo principal se desglosa en objetivos específicos más concretos que nos ayudan a desarrollar el trabajo.

- i. Definir **el concepto** de cadena de suministro y conocer su evolución.
- ii. Identificar **los problemas** que se generan en la cadena de suministro del sector construcción y analizar su evolución en el tiempo, a través del análisis de trabajos de investigación realizados en varios países.

- iii. Sintetizar, mediante la revisión de la literatura internacional, cómo se ha definido, **investigado** y mejorado la cadena de suministro en el sector de la construcción.
- iv. Identificar y analizar **las causas** que generan los problemas que existen en la cadena de suministro de la construcción.
- v. Establecer **las soluciones** que se han desarrollado hasta la fecha, y determinar de qué forma contribuyen a la solución de los problemas de la cadena de suministro.

1.3 PROCESO DE TRABAJO.

El proceso de trabajo seguido consta de varios pasos que describimos a continuación:

- i. Delimitar el tema del trabajo y los objetivos.
- ii. Programar una serie de cuestiones relacionadas con el tema, que nos servirán de guión, y cuya respuesta nos permitirá ir alcanzando los objetivos planteados.
- iii. Realizar una investigación de la literatura existente, relacionada con la cadena de suministro de la construcción, con el objeto de seleccionar aquellos textos que se consideren claves para el estudio de los problemas que se generan y las soluciones planteadas.
- iv. Clasificar los textos clave seleccionados, agrupándolos según el tema tratado.
- v. Analizar la información obtenida.
- vi. Presentar los resultados, fruto de la investigación realizada, referentes a cómo se organiza la cadena de suministro de la construcción, los agentes que intervienen, las relaciones que se establecen entre ellos, los problemas que tienen, las causas y las soluciones planteadas para dichos problemas.
- vii. Establecer unas conclusiones finales.

La Fig. 1 es una representación gráfica de la metodología planteada para llevar a cabo el trabajo.

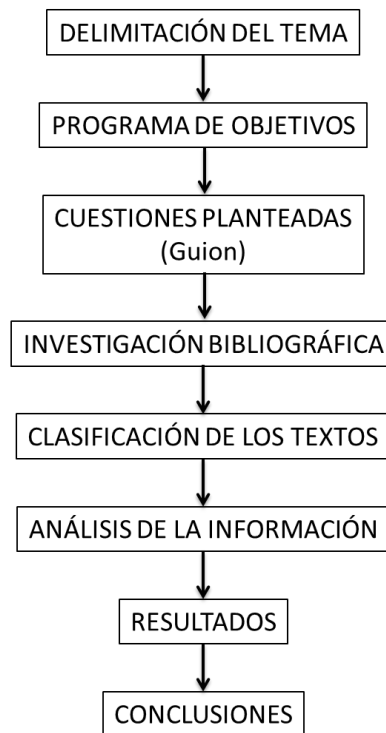


Fig. 1 Esquema de la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

1.4 ESTRUCTURA.

El presente trabajo consta de ocho capítulos, cuyo contenido se describe a continuación:

Capítulo 1. Resumen y objetivos: se justifica el tema del trabajo; se plantean los antecedentes; se define el objetivo principal y los objetivos parciales; se explica el proceso de trabajo; y se identifican una serie de cuestiones que se han planteado.

Capítulo 2. Conceptos básicos: el objeto del capítulo es situarnos en el contexto en el que se desarrolla el trabajo. Se definen conceptos como cadena de suministro, gestión de la cadena de suministro, pyme y edificación. Se presenta la evolución de la producción hasta llegar a la gestión de la cadena de suministro, y las teorías relacionadas.

Capítulo 3. Estado del arte de la cadena de suministro: se realiza un análisis bibliográfico y se agrupan los textos considerados clave, según el tema principal que tratan; se presenta un estudio sobre el interés académico en el tema y la evolución que ha tenido.

Capítulo 4. Problemas en la cadena de suministro de la construcción: el capítulo se desarrolla en dos partes. La primera es una introducción a los antecedentes de la industria de

la construcción. En la segunda se exponen una serie de problemas específicos que se producen en la cadena de suministro.

Capítulo 5. Causas de los problemas: este capítulo describe dónde pueden estar las causas que generan los problemas en la cadena de suministro. Se analizan las características del sector, las de la construcción como actividad, la forma en que se configuran las cadenas de suministro, las formas de inicio de la producción, los métodos de entrega del proyecto, los tipos de contratos, los métodos de compra, los tipos de relaciones entre los integrantes de las cadenas y las tipologías de organización económica que adopta la cadena de suministro.

Capítulo 6. Soluciones planteadas para resolver los problemas: se analizan técnicas y herramientas de gestión que contribuyen a la resolución de los problemas de la cadena de suministro.

Capítulo 7. La necesidad de integrar la cadena de suministro: se introducen las empresas integradoras de la cadena de suministro como posible solución a los problemas.

Capítulo 8. Conclusiones y futuras líneas de investigación: se exponen las conclusiones extraídas, estructuradas como respuestas a una serie de preguntas. Por último se proponen futuras líneas de investigación.

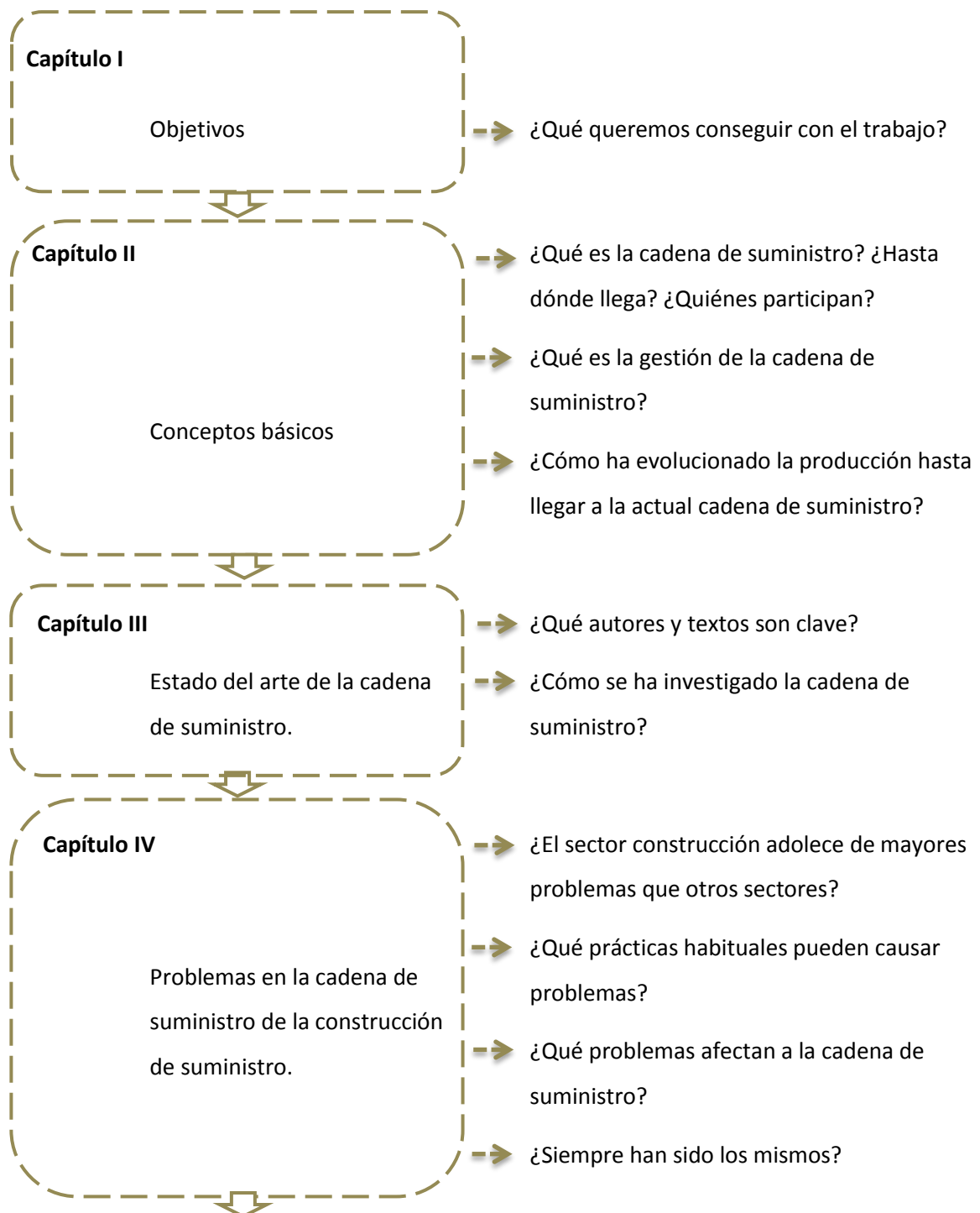
1.5 CUESTIONES PLANTEADAS.

Para realizar un trabajo siempre es necesario disponer de un guión, que de forma breve y ordenada, apunte algunas ideas que sirvan de guía para desarrollarlo. En este caso la opción elegida ha sido la de programar una serie de cuestiones relacionadas con el tema, cuya búsqueda de respuesta nos permitirá ir alcanzando los objetivos propuestos.

Las cuestiones básicas que nos planteamos para la elaboración de este trabajo son:

- ¿Qué es la cadena de suministro?
- ¿Qué problemas se generan en las cadenas de suministro de la construcción?
- ¿Cómo es el sector de la construcción de edificios?
- ¿Cómo es la cadena de suministro de la construcción?
- ¿Qué soluciones se han planteado a los problemas?
- ¿Cómo las constructoras pueden liderar la gestión de las cadenas de suministro?

A continuación se presenta un esquema que relaciona cada capítulo de este trabajo con una serie de preguntas que el autor esboza a partir de las seis cuestiones básicas planteadas.



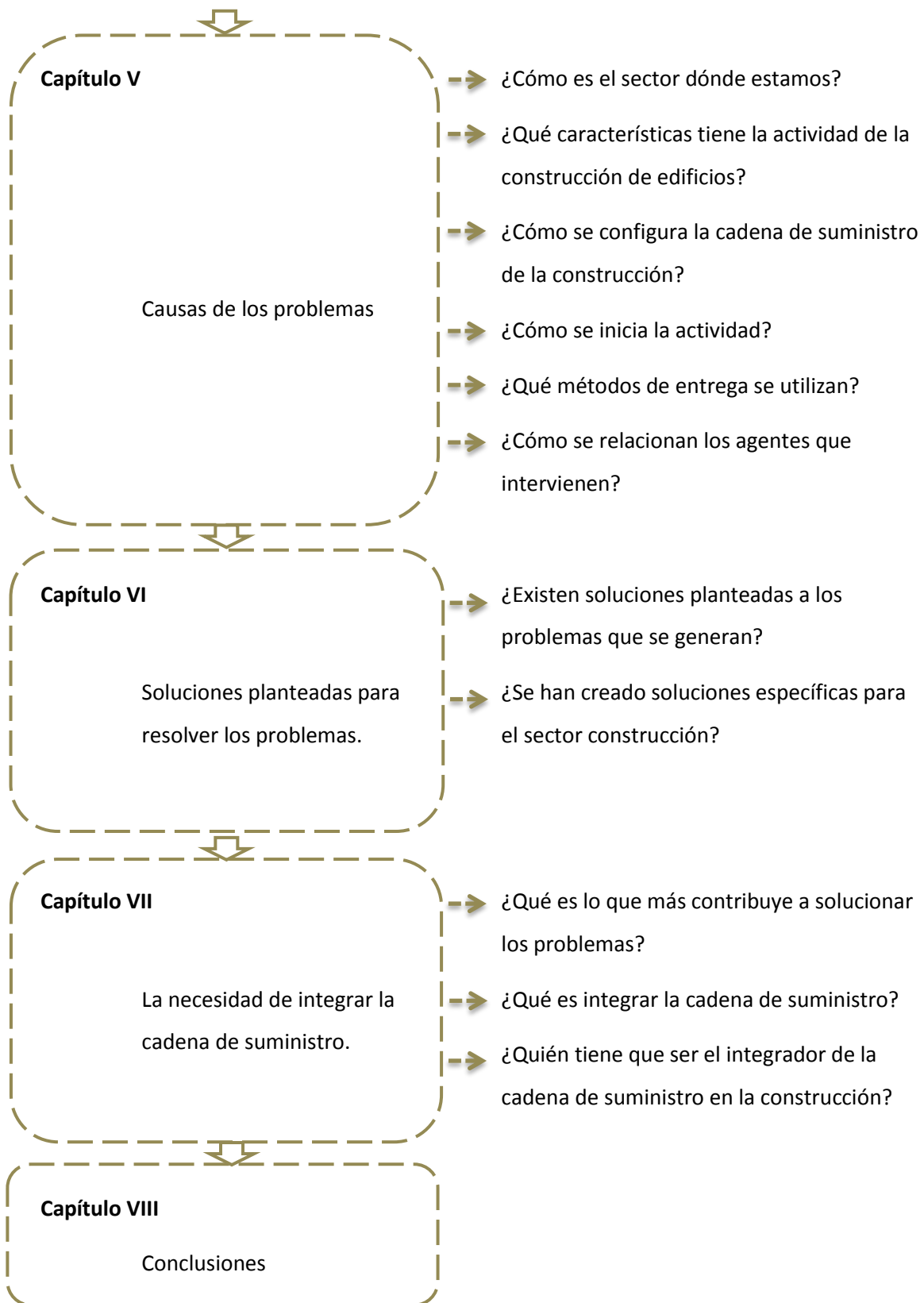


Fig. 2 Esquema de la relación entre capítulos y cuestiones planteadas.

Fuente: Elaboración propia.

2 CONCEPTOS BÁSICOS.

El propósito del capítulo es introducirnos en los conceptos y el entorno que consideramos claves para el desarrollo del trabajo. El capítulo consta de cuatro partes. En la primera se definen los conceptos de cadena de suministro y gestión de la cadena de suministro en base a diversos autores, y se identifican diferentes escuelas de pensamiento. En la segunda se examina la evolución de la producción industrial y las diferentes teorías que han contribuido al concepto actual de cadena de suministro. En la tercera parte se incluyen las definiciones de pyme y del subsector edificación, se introduce el proceso proyecto-construcción y se describe el entorno actual en el que se encuentra la industria de la construcción.

2.1 ¿QUÉ ES UNA CADENA DE SUMINISTRO?

2.1.1 Definición de Cadena de Suministro.

En las últimas décadas, la cadena de suministro ha sido tema importante de investigación. Pero, ¿qué es una cadena de suministro? ¿Hasta dónde llega? ¿Quiénes participan?

- La cadena de suministro es definida como la red de organizaciones que están involucradas, a través de enlaces “aguas arriba” y “aguas abajo”, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en las manos del cliente final (Christopher, 1992).

La definición de Christopher¹ establece que en una cadena de suministro nos encontraremos con varias empresas, tanto aguas arriba (los suministradores) como aguas abajo (los distribuidores), y al consumidor final.

- Una cadena de suministro es una red de instalaciones y opciones de distribución que realiza las funciones de adquisición de materiales, la transformación de estos materiales en productos intermedios y terminados, y la distribución de estos productos terminados a los clientes (Ganeshan & Harrison, 1995).

Existen cadenas de suministro tanto en las organizaciones de servicios como en las de manufactura, aunque la complejidad de la cadena puede variar mucho de una industria a otra y de una empresa a otra.

¹ Martin Christopher está considerado uno de los fundadores del concepto de gestión de la cadena de suministro desde una perspectiva logística.

- Una cadena de suministro es un sistema a través del cual las organizaciones ofrecen sus productos o servicios (Poirier & Reiter, 1996).

La definición de Poirier & Reiter, introduce como novedad el término “sistema” para describir a las cadenas de suministro, lo que propone un concepto de interacción entre los componentes (London & Kenley, 1999).

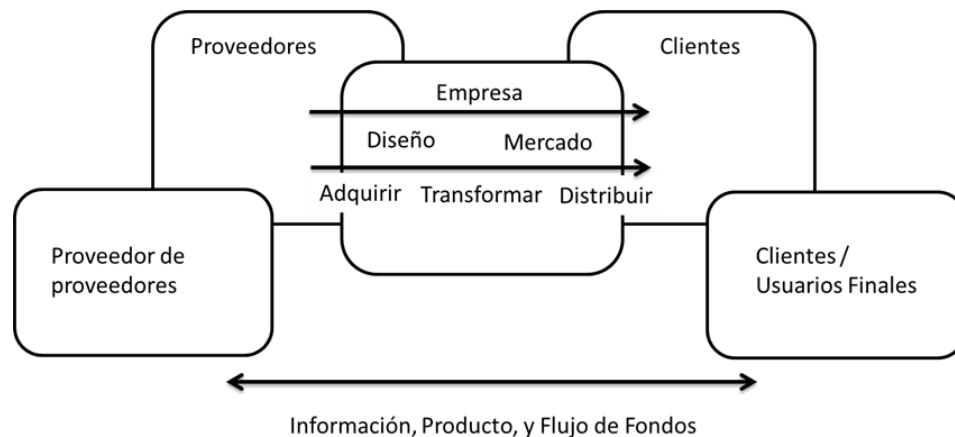


Fig. 3 Modelo de Cadena de suministros.

Fuente: Poirier & Reiter (1996); extraído de London K.(2004)

- Una cadena de suministro es un conjunto de organizaciones que realizan actividades con el propósito de satisfacer al consumidor (Holmberg, 1997).
- Una cadena de suministro es la alineación de las empresas que traen productos o servicios al mercado (Lambert et al., 1998).
- Una cadena de suministro es un sistema de proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes, donde los materiales fluyen aguas abajo desde los proveedores hasta los clientes, y los flujos de información en ambas direcciones (Houlihan, 1985; Lamming, 1996).

De las definiciones establecidas se desprende que el concepto de cadena de suministro incluye al consumidor final como parte de la cadena de suministro, además siendo el objetivo último del resto de integrantes de la cadena satisfacer a los clientes.

Con estas definiciones Mentzer et al. (2001), establecen que una cadena de suministro se define como:

- Un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) que participan directamente en las corrientes ascendente o descendente de los productos, servicios, finanzas o información de una fuente a un cliente (Mentzer et al., 2001).

A partir de ello identifican tres niveles de complejidad de cadena de suministro: “cadena de suministro directo”, “cadena de suministro extendida” y cadena de suministro definitiva”

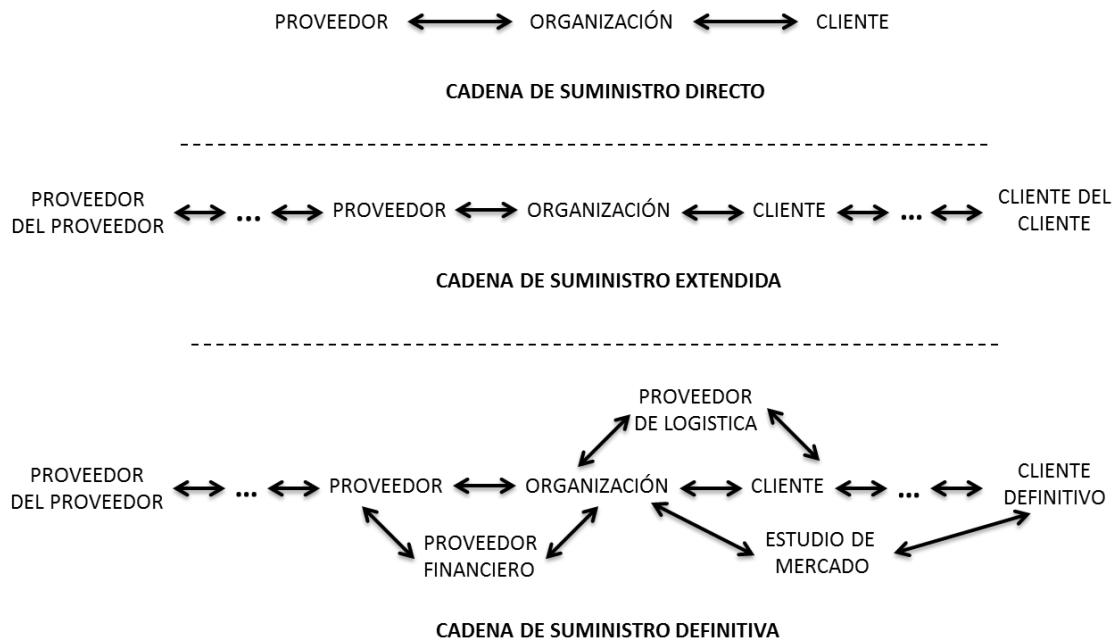


Fig. 4 Niveles de complejidad de la cadena de suministro.

Fuente: Mentzer et al.,(2001).

Según Stadtler, la cadena de suministro engloba los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios intermedios y/o terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda (Stadtler, 2005).

A pesar de que “cadena de suministro” es la forma ampliamente aceptada de nombrarla, el hecho de que debe ser impulsada por el mercado, y no por los proveedores, supone que en realidad debería ser llamada “cadena de demanda” (Christopher, 1992). Por otra parte, la palabra “cadena” sugiere una secuencia lineal de empresas. Sin embargo, en la práctica, la estructura que toman las relaciones entre las empresas en general no es lineal, sino arborescente. Debido a que las empresas a menudo siguen una estrategia de doble o múltiple

abastecimiento, es decir requieren materiales y componentes de varios proveedores. Por ello “red de suministro” sería el termino más apropiado para describir las estructuras empresariales del mundo real (Ullrich, 2014).

Así pues, cuando hablamos de cadena de suministro consideramos toda la cadena, desde los proveedores de materias primas hasta el cliente final, no sólo el proveedor o cliente de la parte que estemos estudiando. La Fig. 5 muestra una estructura de una cadena de suministro típica.

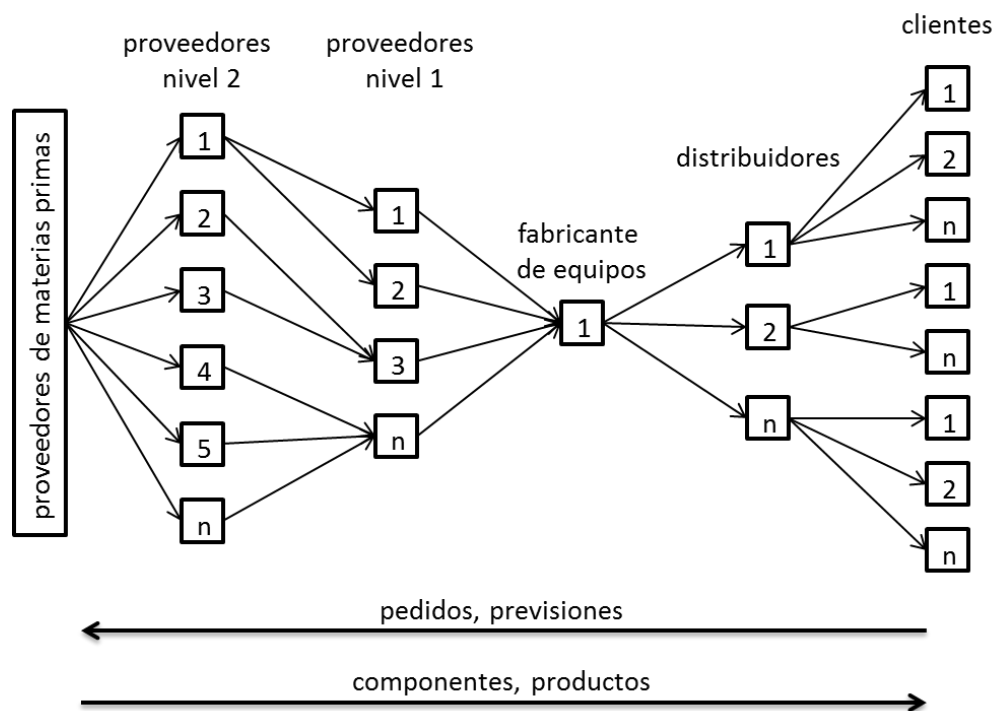


Fig. 5 Estructura de una cadena de suministro típica.

Fuente: Azambuja & O'Brien,(2009) adaptado de Lambert et al., (1998).

Como hemos visto, son varias las definiciones de cadena de suministro que a lo largo de los años han ido aportando los diferentes autores. Por la cantidad de veces que ha sido citada en otros trabajos la definición de Christopher (1992) parece ser la más aceptada (Lamming, 1996; Cooper et al., 1997; Agapiou et al., 1998; Vrijhoef & Koskela, 2000; Akintoye et al., 2000; London K., 2004; Cutting-Decelle et al., 2007).

¿Cómo nos imaginamos pues una cadena de suministro? Una empresa fabrica un producto a partir de una materia prima, se lo entrega a otra empresa que, siguiendo las instrucciones de un equipo de diseño, incorpora este producto junto con otros para crear el producto final, que a través de una red de distribuidores y ventas es entregado a un cliente. Si lo consideramos así,

el rendimiento de la cadena de suministro será la acumulación del rendimiento de cada una de las empresas que intervienen. ¿Es así de fácil? ¿Cómo se gestiona? ¿Qué relaciones se establecen entre estas empresas que participan?

2.1.2 Gestión de la Cadena de Suministro.

¿Qué es la gestión de la cadena de suministro? Una vez visto que es una cadena de suministro es importante establecer la definición de gestión de la cadena de suministro.

- Gestión de la cadena de suministro es la integración de los procesos clave de negocio desde el usuario final a través de los proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agrega valor para los clientes y otras partes interesadas (Lambert et al., 1998).

La gestión de la cadena de suministro trata las relaciones que se producen a través de complejas redes de empresas que, legalmente independientes, son en realidad interdependientes. Cadenas de suministro con éxito serán aquellas que se basan en una constante búsqueda de soluciones beneficiosas para todos, sobre la base de la reciprocidad y la confianza (Christopher, 1992).

- Gestión de la cadena de suministro es un conjunto de enfoques utilizados para integrar de manera eficiente a los proveedores, fabricantes, almacenes y tiendas, en los que se produce y distribuye producto en las cantidades adecuadas, a los lugares adecuados y en el momento adecuado (Simchi-Levi et al., 2008).

Para Christopher la cadena de suministro “comienza en la mesa de dibujo”, es decir, que las decisiones de diseño de productos impactan en los costos de la cadena de suministro posterior (Christopher, 1992).

Así pues, cuando hablamos de la gestión de la cadena de suministro consideramos toda la cadena, desde los fabricantes de producto hasta el cliente final, no sólo el proveedor o cliente de la parte que estemos estudiando (Cooper & Ellram, 1993). Esto es un enfoque holístico, que reconoce la interdependencia de los componentes en la cadena de suministro. (Bankvall et al., 2010).

En las definiciones anteriores aparecen conceptos como “agregar valor” (Lambert et al., 1998); “cantidades adecuadas, a los lugares adecuados, en el momento adecuado” (Simchi-Levi et al., 2008); “integración de los procesos clave de negocio” (Lambert et al., 1998); o

“redes de empresas interdependientes” (Christopher, 1992), que, como veremos, son esenciales para entender el desarrollo de la gestión de la cadena de suministro.

El estudio y la implementación de la gestión de la cadena de suministro se justifican por la mejora del valor que se alcanza para el cliente, a la vez que se reducen los costes empresariales (Christopher, 1992; Omar et al., 2012).

La idea básica de la gestión de la cadena de suministro es reconocer la interdependencia en la cadena de suministro, y con ello mejorar su configuración y control basado en factores como la integración de procesos de negocios (Vrijhoef & Koskela, 2000).

La Fig. 6 nos muestra los principales componentes que contribuyen a la gestión de la cadena de suministro.

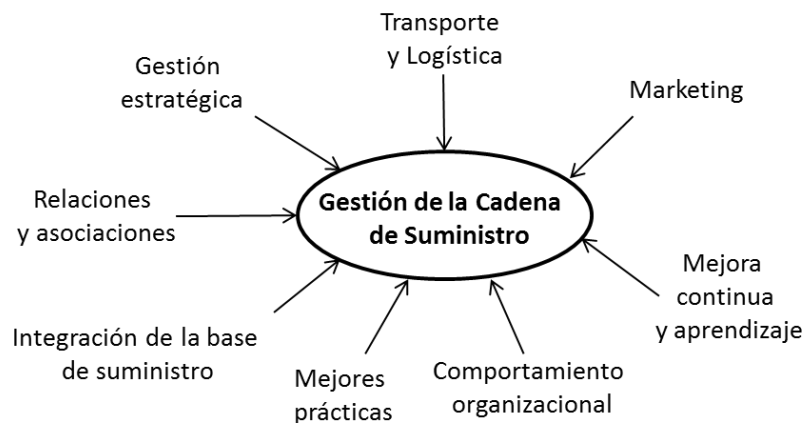


Fig. 6 Principales componentes de la Gestión de la Cadena de Suministro.

Fuente: Robinson & Malhotra, (2005).

La gestión de la cadena de suministro tiene como objetivo asegurar y optimizar todo el proceso de la cadena. Para ello es necesario utilizar métodos eficaces y eficientes para toda la cadena en su conjunto, y no centrarse solo en los objetivos de cada eslabón en particular.

Todas estas definiciones presentadas son genéricas, válidas para las diferentes industrias. La comunidad de investigación de la industria de la construcción ha aceptado estas definiciones, con pocas modificaciones, al adoptar el concepto de gestión de la cadena de suministro (London & Kenley, 1999).

Una vez definida la cadena de suministro, sabemos cuál es su objetivo final, quiénes participan y el objetivo de su gestión. Pero, ¿cómo se está investigando para conocer y mejorar el funcionamiento de las cadenas de suministro?

2.1.3 Escuelas de pensamiento.

La definición de cadena de suministro va ligada a las tres escuelas del pensamiento de gestión de la cadena de suministro que se han desarrollado en las últimas tres décadas: la escuela funcional, la escuela filosófica y una escuela conceptual (Tennant et al., 2014).

La escuela funcional, con sus orígenes en la industria manufacturera, se centra en los elementos tradicionales de organización como la logística, las compras y la producción. La función es aprovechar la cadena de suministro para lograr los precios más bajos de compra iniciales asegurando al mismo tiempo la oferta. Esto implica que el comprador realice trabajos de desarrollo de proveedores proactiva, no solo en el primer nivel de la cadena de suministro, sino también en todas las etapas de la cadena de suministro de primer nivel a través del suministro de materia prima (Cox et al., 2006).

La escuela que adopta un punto de vista filosófico entiende que la gestión de la cadena de suministro es la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales de negocios y las tácticas a través de estas funciones de negocio dentro de una empresa en particular, y de todos los negocios dentro de la cadena de suministro. El objetivo es mejorar el rendimiento a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministro en su conjunto (Mentzer et al., 2001).

Más reciente es la aparición de una tercera escuela, la conceptual, que sostiene que la gestión de la cadena de suministro en la actualidad carece de fundamentos teóricos sólidos y coherentes. Sostienen que para futuros desarrollos en el conocimiento y comprensión, será necesario llevar a cabo una evaluación introspectiva y crítica de las anteriores teorías (Carter, 2011).

La literatura y la práctica indican que no hay una visión coherente de lo que SCM realmente es o debería ser (Cooper et al., 1997). Por otra parte, algunos autores destacan que gestión de la cadena de suministro (SCM) no es una herramienta universal, de hecho tanto SCM como los procedimientos Lean han sido criticados por su vaga terminología y la retórica que utilizan (Bankvall et al., 2010). Pero lo que parece evidente es que “en el futuro no serán las Compañías las que compitan sino las Cadenas de Suministro” (Christopher, 1992).

2.2 EVOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.

¿Cómo ha evolucionado la producción hasta llegar a la actual cadena de suministro?

La primera parte de este epígrafe describe cómo se ha llegado al establecimiento de cadenas de suministro, para ello se examina de forma breve la evolución de la producción industrial en los últimos siglos hasta llegar a la cadena de suministro. A continuación se revisan varias teorías desarrolladas que influirán en el concepto de gestión de la cadena de suministro.

2.2.1 Evolución de la producción industrial hasta la Cadena de Suministro.

La evolución de la cadena de suministro tiene que ver directamente con la evolución de la organización y la producción. Por lo tanto es necesario ver cómo ha evolucionado la producción y la organización de las empresas para entender los cambios en la forma de entender y gestionar sus cadenas de suministro. La Fig. 7 muestra de forma gráfica las diferentes etapas de esta evolución desde el S. XVIII.

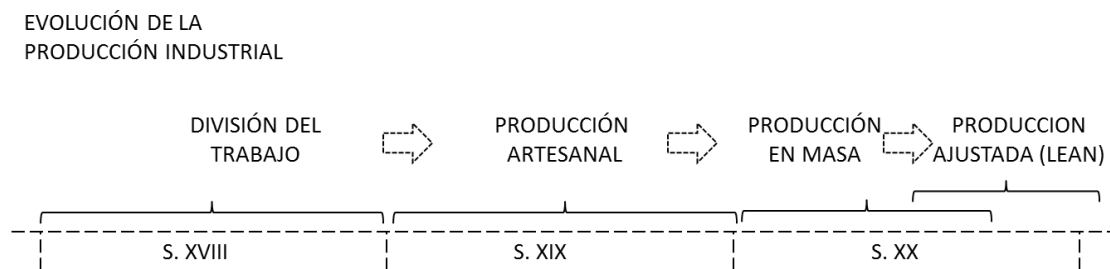


Fig. 7 Evolución de la producción industrial.

Fuente: Elaboración propia.

La división del trabajo.

La mejora de la productividad mediante la división del trabajo podríamos considerarlo como el primer paso hacia la evolución de la cadena de suministro.

La división del trabajo aparece por primera vez reflejada en “La riqueza de las naciones”, obra publicada en 1776 por Adam Smith. La obra de Smith está considerada el primer libro moderno de economía. En este tratado se destaca que la mejora de la productividad del trabajo depende en gran medida de su división (Quintana , 1976). Como ejemplo ilustrativo utilizó la manufactura de alfileres, según la cual donde un solo herrero no podría producir más de diez alfileres por día, en una fábrica donde cada obrero realiza una tarea diferente (estirar el alambre, cortarlo, afilarlo, etc...) se llega a producir cerca de 4.800 alfileres por obrero

empleado. Este aumento de las cantidades producidas era la base de la disminución en el precio de los alfileres (Smith, 1776).

La producción artesanal. Fragmentación.

En la industria manufacturera del siglo XIX es cuando se empieza a producir la fragmentación y la descentralización. Era habitual que el fabricante, ensamblador, de un producto pidiera las piezas fuera de su taller a varios artesanos. Los problemas aparecían porque con esta práctica el fabricante dependía de la variabilidad de cada artesano en el cumplimiento del encargo. Se producían retrasos en las entregas y piezas diferentes debido a que cada artesano utilizaba diferentes métodos de producción. Para conseguir una industria basada en la estandarización de las partes, esta variabilidad suponía un gran problema. La producción era costosa y con calidad muy variable (Vrijhoef R. , 1998).

La producción artesanal se prolongó hasta principios del siglo XX, hasta la Primera Guerra Mundial.

La producción en masa. Integración vertical.

Después de la Primera Guerra Mundial, las empresas de mayor éxito trataron de solucionar los problemas de la producción artesanal mediante el control de gran parte de su cadena de suministro. Para conseguirlo incorporaban a su organización los procesos anteriores y posteriores al montaje, es decir, trasladaron a sus factorías la fabricación de componentes y se encargaron de la distribución del producto final. Esta práctica se llama integración vertical y su objetivo es obtener la máxima eficiencia a través de economías de escala (Vrijhoef R. , 1998).

En la primera mitad del siglo XX Ford Motor Company fue quien utilizó la integración vertical de forma más agresiva, llegando a ser propietaria de prácticamente toda su cadena de suministro. Esta práctica les aseguraba el suministro de componentes a sus plantas de montaje de vehículos de forma más fiable, permitía mejor sincronización de trabajos, mejor control de los procesos a lo largo de la cadena de suministro y una mayor productividad, con lo que conseguían la fabricación de sus productos de forma masiva (Vrijhoef R. , 1998; Hugos, 2003).

La integración vertical significa la internalización de todos los suministros, con lo que un fabricante de un producto puede llegar a autoabastecerse de la materia prima o componentes necesarios desde empresas que pertenecen a su propia organización.

La integración vertical es la forma en que la cadena de suministro más se acerca a su forma óptima (Ellram, 1991). Sin embargo, esta integración tan fuerte, crea problemas a las organizaciones, ya que reduce la flexibilidad y su capacidad de reacción frente a las demandas cambiantes del mercado (Buzzell, 1983 citado en Vrijhoef R. , 1998). Los proveedores, convertidos en departamentos internos de una misma empresa, son cada vez menos competitivos y pierden la capacidad de innovación debido a que no se encuentran sometidos a la presión del mercado.

La producción en masa fue considerada la principal vía de reducción de costes mediante el logro de mayor volumen de ventas y, en particular mediante la mejora de la cuota de mercado.

Una de las consecuencias de las técnicas de producción en serie fue la acentuación del rol preponderante del diseño, llegando a ser considerada una actividad altamente especializada y fomentando su aislamiento del resto de la cadena productiva (Womack et al., 1990).

Cuando los mercados crecieron y los clientes empezaron a ser más exigentes con el tipo de producto que deseaban, este modelo de producción en masa empezó a descomponerse. En la década de 1940 el modelo centrado en la eficiencia a expensas de ser sensible a los deseos de los clientes empezaba ya a no ser un modelo de negocio exitoso (Hugos, 2003).

En la década de 1950, a pesar de tener una mayor sensibilidad hacia los clientes, los fabricantes seguían centrandose su preocupación en la producción en masa con el objetivo de reducir al mínimo el coste de producción por unidad. El desarrollo de nuevos productos era un proceso lento, se confiaba exclusivamente en la tecnología y la capacidad de los equipos de cada fabricante. El intercambio de tecnología y experiencia con los proveedores o clientes era considerado demasiado arriesgado. La compra de materiales se entendía como un servicio a la producción, los “cuellos de botella” en la producción se mantenían con inventario, lo que suponía una enorme inversión (Azizi & Ismail, 2005).

La producción ajustada. La cuasi-integración vertical.

El modelo de cuasi-integración, con origen en la industria automovilística japonesa, tiene como objetivo lograr un nivel adecuado de integración, pero sin llegar a ser tan rígido como el estilo de propiedad que supone la integración vertical, estableciendo relaciones a largo plazo con los proveedores (Vrijhoef R. , 1998). Se trata más de una colaboración que de una integración (Lamming, 1993 citado en Vrijhoef R., 1998).

Ya en 1950, Deming sugiere que trabajando con el proveedor como socio, en una relación de lealtad y confianza, a largo plazo, mejoraría la calidad y disminuirían los costes de producción (Vrijhoef & Koskela, 2000).

En la cuasi-integración vertical los proveedores son controlados por el fabricante, quien les proporciona una variedad de servicios, transferencia de conocimientos tecnológicos y de gestión, para que los proveedores puedan realizar los trabajos requeridos con la calidad necesaria y al menor coste. El objetivo es obtener ganancias mutuas y una relación a largo plazo (Kono, 1984, citado en Vrijhoef R., 1998).

Los primeros signos de gestión de la cadena de suministro se dan con la utilización del sistema Just In Time (JIT), como parte del Sistema de Producción Toyota (Shingo, 1988, citado en Vrijhoef & Koskela, 2000; Cutting-Decelle et al, 2007). Este sistema empezó a utilizarse en la fábrica de motores Toyota, establecida en 1937, con el objetivo de disminuir los inventarios y regular eficazmente la interacción de los proveedores con la línea de montaje (Cutting-Decelle et al., 2007). Evidentemente la disminución de inventarios supuso la aparición de problemas, que ya existían anteriormente, pero que estaban ocultos detrás de la seguridad que proporcionan los inventarios. La resolución de estos problemas requirió la colaboración de todos los integrantes de la cadena de suministro.

Con el sistema JIT, desarrollado entre otros por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo y utilizado en Japón a finales de los 70, los fabricantes empiezan a darse cuenta del beneficio potencial de una relación cooperativa entre comprador y vendedor. En 1978 Ohno publicó “Toyota Production System” en japonés.

La producción ajustada introdujo también la Gestión de la Calidad Total (TQM), que tiene como objetivo la aplicación del control de calidad a todos los niveles de un sistema de producción, asegurando el monitoreo continuo de la calidad. Ello implica la colaboración estrecha entre los miembros de la cadena de suministro, con programas continuos de investigación y mejora compartidos (Womack et al., 1990).

El interés en EE.UU. por el sistema de producción de Toyota se inició en 1973 como consecuencia de las crisis del petróleo. En 1984 se estableció en California la compañía producto de la colaboración entre Toyota y General Motors. En 1988, Krafcik acuña el término “Lean” para describir el sistema de fabricación utilizado por Toyota. Es en 1990 cuando se publicó “The Machine That Changed the World” por Womack, Jones, & Roos.

El concepto de cadena de suministro se puede decir que surgió cuando los fabricantes crean alianzas estratégicas con sus proveedores inmediatos. La verdadera gestión de la cadena de suministro surgió con la aplicación de los conceptos JIT y TQM de la producción ajustada (Vrijhoef R. , 1998; Vrijhoef & Koskela, 2000).

La gestión de la cadena de suministro (SCM).

La primera utilización explícita del término cadena de suministro se debe a los consultores Oliver y Webber (1982) que lo utilizan como una metáfora para describir la integración de las funciones de la empresa para que la producción se oriente hacia las necesidades del cliente (London K. , 2004)

Los orígenes de la gestión de la cadena de suministro se dan en las industrias manufactureras y se centran en la distribución de productos manufacturados (Christopher, 1992). A mediados de los años 80 se convirtió en un área explícita de investigación. Los primeros artículos científicos que tratan el término cadena de suministro fueron escritos por Houlihan (1985) y Jones & Riley (1985). Pero es a finales de esa década cuando empiezan a aparecer de forma asidua artículos y libros que tratan sobre la mejora en las cadenas de suministro (Ullrich, 2014). La Fig. 8 muestra en una escala temporal el momento en que se forma y perfecciona la gestión de la cadena de suministro.

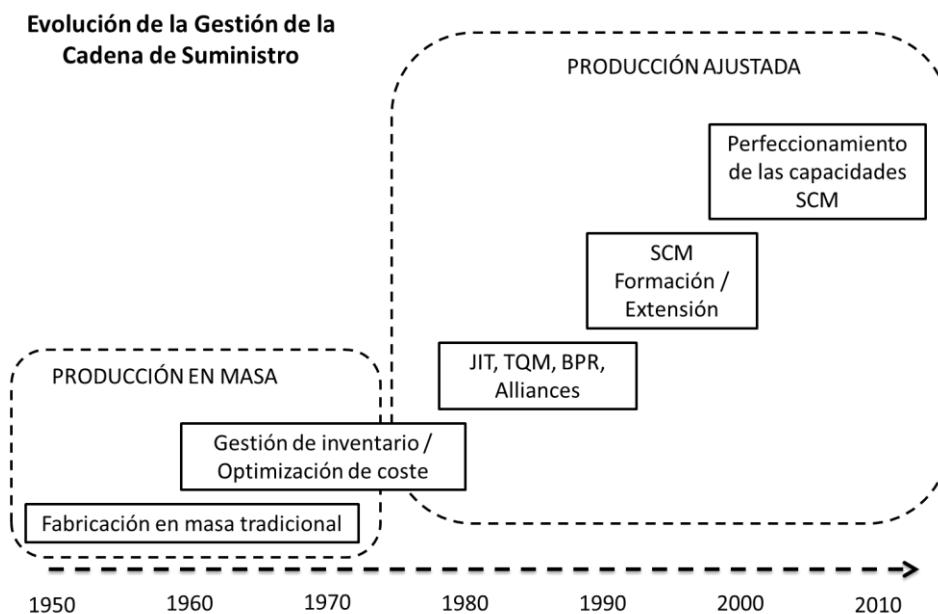


Fig. 8 Evolución de la Gestión de la Cadena de Suministro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Simchi-Levi et al., (2008).

La teoría y la práctica de la gestión de la cadena de suministro se han desarrollado a través de la necesidad de las industrias de vincular el mercado, la red de distribución, el proceso de fabricación y la actividad de las adquisiciones para mejorar el valor para los clientes (London & Kenley, 1999).

La gestión de la cadena de suministro se centró en sus orígenes en la logística, distribución y el transporte, pero evolucionó para concentrarse en las relaciones entre las partes involucradas en el flujo de bienes, desde el proveedor hasta el usuario final (Briscoe et al., 2001). En realidad, gestión de la cadena de suministro (SCM) es producto de la combinación de las características particulares de los conceptos incluidos en Gestión de Calidad Total (TQM), Reingeniería de Procesos de Negocio (Business Process Reengineering, BPR), y Just-in-time (JIT) (Cutting-Decelle, y otros, 2007); y de la aportación de eruditos como Forrester, Towill y Burbidge a la comprensión de las cadenas (Gosling et al., 2014).

Gestión de la cadena de suministro se sitúa entre: la empresa vertical, en las que el flujo de materiales es propiedad de una sola organización, por lo tanto la cadena de suministro está totalmente integrada; y la opción en que cada miembro de la cadena opera de forma independiente (Cutting-Decelle et al., 2007).

La transición en los últimos años del siglo XX desde un mundo relativamente estable a uno que es mucho más turbulento, ha provocado que el ambiente de negocios se vuelva más volátil y por lo tanto menos predecible. Para adaptarse más rápidamente a las situaciones del mercado y a los precios de los productos más competitivos, muchas empresas han replanteado su estructura de organización, adoptando una forma de red, externalizando gran parte de su producción, lo que concede una mayor importancia a las cadenas de suministro (Christopher, 1992).

Algunas empresas con considerable éxito debido a su forma de gestionar sus cadenas de suministro son: Toyota (automóviles), Dell (ordenadores personales), Airbus (aeronaves), Zara (moda) o Wal-Mart (alimentación) (Vrijhoef R. , 2011).

El motivo que puede justificar el interés en la gestión de la cadena de suministro es el desarrollo de las grandes empresas hacia la competencia entre sus cadenas de suministro que constan de unidades de negocios más pequeñas y altamente especializadas.

La decisión de externalizar actividades, que previamente se han realizado en la empresa, añade complejidad a la cadena de suministro y aumentan la importancia de una adecuada

gestión de la cadena. Si la mayoría de los costes de la producción y comercialización se encuentran fuera de la empresa, entonces las mayores oportunidades de mejora también se encuentran en la cadena de suministro (Christopher, 1992).

2.2.2 Teorías influyentes en la gestión de la Cadena de Suministro.

La teoría de los costes de transacción.

La teoría de los costes de transacción (Coase, 1937; Williamson O. , 1979; Williamson O. , 1975), tiene como objetivo identificar los costes de las transacciones y especificar el mecanismo que puede coordinar de la manera más eficiente la transacción, de tal forma que se logren economizar dichos costes. Coase trató de resolver dos cuestiones: ¿Por qué existen las organizaciones internas? y ¿por qué no se encarga una empresa grande de toda la producción?

Esta teoría ofrece razones para el desarrollo de unidades de negocio más pequeñas, sobre la base que los costes de la burocracia crecen de forma desproporcionada al tamaño de una empresa. Por lo tanto, muchos especialistas colaborando es probable que sean más flexibles y competitivos que una gran empresa que intenta administrar todas las actividades desde un centro de producción.

La teoría de los costes pone fin a la integración vertical iniciada por Henry Ford y conduce a nuevas formas de organización de las cadenas de suministro, basadas en la subcontratación.

La subcontratación permite la utilización del mercado para la organización de la producción como una alternativa a la integración vertical siempre y cuando la suma de los costes de mercado (negociación, supervisión y penalización, en su caso, más el precio fijado) sea inferior a su alternativa de integración (costes de gestión más costes de producción) (López & Rosell, 2007).

La teoría de los sistemas.

La aparición, en la década de 1950 de la teoría de sistemas, planteada por Ludwig von Bertalanffy, y la noción asociada de sistemas holísticos tendrá, en décadas posteriores, mucha influencia en algunas de las ideas de desarrollo de la cadena de suministro (New S. , 1997). En un sistema, los elementos están dispuestos de manera significativa en relación con el todo, de modo que la totalidad es más que la suma de sus partes. Según la visión holística un sistema se comporta como un todo inseparable y coherente. Sus diferentes partes están

interrelacionadas de tal forma que un cambio en una de ellas provoca un cambio en todas las demás y en el sistema total.

Dos aspectos de la teoría de sistemas son importantes para las cadenas de suministro: la sinergia y la entropía. Sinergia significa que las partes de un sistema de trabajo en conjunto pueden lograr más que la suma de los logros que cada una sería capaz de lograr por separado. Entropía se refiere a la necesidad de retroalimentación a través de la cadena para evitar el debilitamiento del sistema (New & Westbrook, 2004).

El efecto látigo.

En 1961 se publica “Industrial Dynamics” (Forrester, 1961) en el que aparece por primera vez el concepto “bullwhip effect” (efecto látigo). El efecto látigo se produce cuando el aumento de demanda de un producto, por parte de los clientes, genera una demanda a través de toda la cadena de suministro, que se ve afectada por las previsiones de stock realizadas por los diferentes niveles de la cadena y los retrasos en el suministro, creando una demanda amplificada o irreal. Con esta teoría la relación entre la información y el flujo del producto, desde la materia prima a través de toda la cadena de suministro, se convirtió en la principal preocupación de la gestión de materiales, conocido como logística.

El efecto látigo se genera principalmente en las cadenas de suministro en las que los integrantes están primordialmente interesados en optimizar sus propios objetivos, sin considerar los del resto de los miembros. Este efecto es un fenómeno causante de ineficiencias en la gestión de la cadena de suministros (Ciancimino et al., 2009).

La cadena de valor.

La cadena de valor es una herramienta que se desarrolla para diagnosticar y mejorar la capacidad competitiva de las empresas (Porter, 1985). Se trata de un análisis de la actividad empresarial consistente en descomponer una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor. Si no se tiene una ventaja competitiva real en la actividad, entonces se debe considerar la externalización.

La atención que se centraba en la optimización de costes, se ha convertido en un enfoque estratégico con el énfasis en la creación y entrega de valor. Esto ha provocado que las empresas se centren en su negocio principal (core business), en el que tienen una ventaja

competitiva, y externalicen el resto de las actividades a un socio o proveedor que lo realice de una forma más eficiente. Esta lógica, ampliamente aceptada, ha dado lugar al aumento dramático en la actividad de la subcontratación (Christopher, 1992).

La Fig. 9 muestra como la cadena de valor de Porter agrupa las actividades según las considera primarias o de apoyo.

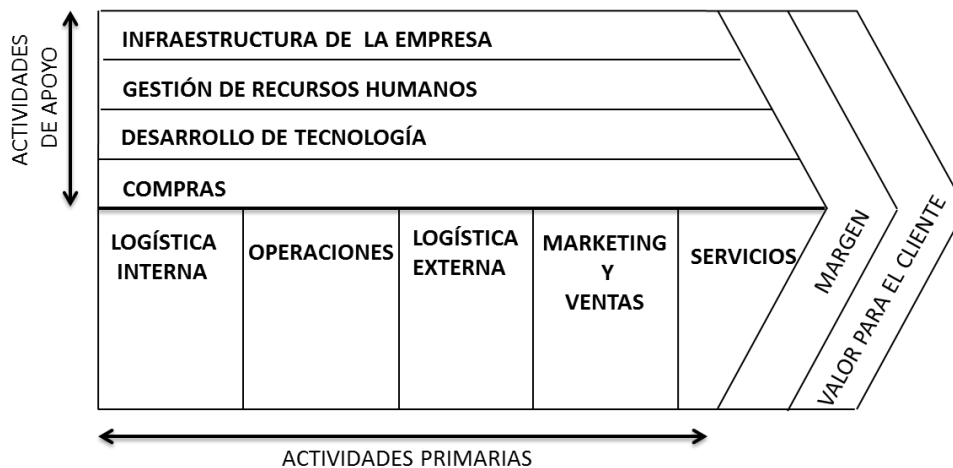


Fig. 9 Cadena de valor de Porter desde la perspectiva de la cadena de suministro.

Fuente: Vrijhoef (2011) adaptado de Porter (1985).

El efecto de la subcontratación es la extensión de la cadena de valor más allá de los límites de la empresa. De esta forma se puede considerar que la cadena de suministro se convierte en la cadena de valor. La creación de valor no es solo cosa de la empresa focal, sino de todas las organizaciones de la cadena de suministro. Esto ha introducido el concepto de “empresa extendida”.

La idea fundamental es que a través de la cadena de suministro el valor debe añadirse al proceso más rápido que el coste (Lamming, 1996).

En resumen, la cadena de valor ha provocado la evolución, desde la industria que aglutinaba una gran concentración de actividades de forma vertical, a un modelo en el que se externaliza gran parte de la producción, lo que permite a la empresa fabricante centrarse en su actividad central. Este mayor nivel de externalización o subcontratación implica que las empresas ya no puedan competir como entidades individuales, sino que necesitan unas cadenas de suministro competitivas para poder rivalizar en condiciones ventajosas.

La reingeniería de procesos.

En los años 90 se produce una tendencia de gestión en las empresas llamada reingeniería de procesos (BPR), que trata de realizar un replanteamiento de los procesos internos de una empresa. Como resultado, las empresas que hasta entonces trataban de ser autosuficientes en todos los procesos, capaces de construir un producto por si solas, se transforman en empresas mucho más ligeras y con estructuras de costes fijos mucho más bajas. Para ello es necesario conseguir la dimensión de la empresa más óptima, lo que se consigue con la reducción de plantillas. De esta forma se produce una externalización de procesos que anteriormente eran internos, las empresas se desprenden de los procesos que no consideran su “core-business”, lo que hace que las empresas sean más dependientes de terceros, que les ofrecen esos procesos que dejaron de tener. La manera con la que las empresas se interrelacionan con sus proveedores y sus clientes pasa a ser un objetivo de la gestión.

La gestión basada en los procesos centra su atención en las actividades de la organización, con el objetivo de optimizarlas. Las organizaciones pasaron a estar orientadas a los procesos, en oposición a estar orientadas funcionalmente (Lamming, 1996).

La Fig. 10 muestra de forma esquemática una cronología donde situamos estas teorías y algunas más que han influido en el desarrollo de la idea de gestión de la cadena de suministro.

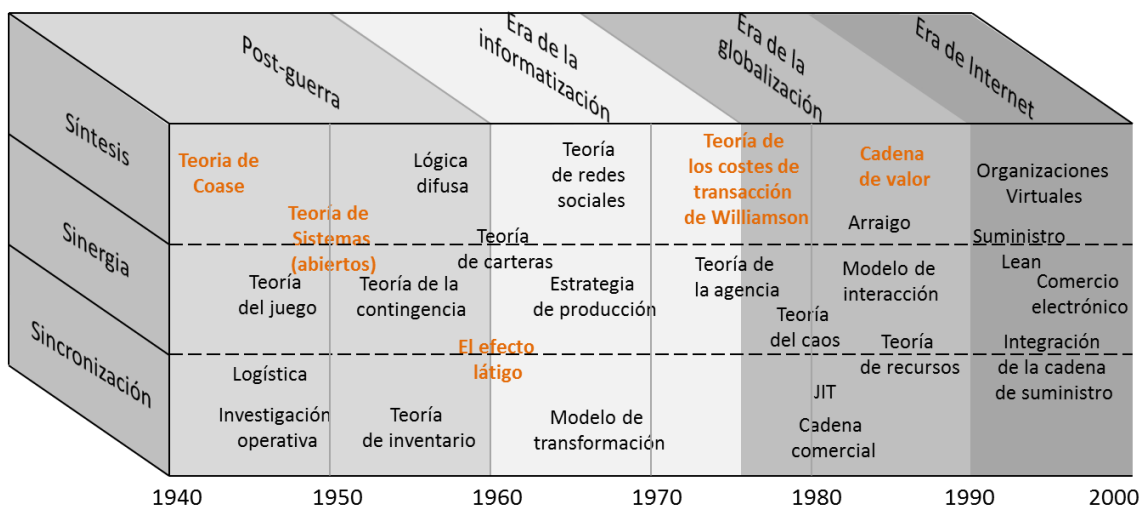


Fig. 10 Cronología de las teorías desarrolladas que han influido en la gestión de la cadena de suministro.

Fuente: New & Westbrook (2004)

2.3 ¿QUÉ ES UNA PYME Y QUÉ ES LA EDIFICACIÓN?

2.3.1 Definición de PYME.

Este trabajo investiga cuáles son los problemas, los históricos y los generados en los últimos años, en la cadena de suministro de la construcción, centrándose en las PYMES del sector.

Hay que tener en cuenta que las actividades de construcción que se realizan directamente en las obras están dominadas por un gran número de PYMES, con una gran cantidad de microempresas (Atkins, 1994; Rezgui & Miles, 2010). Este tipo de empresas ocupa un papel fundamental como subcontratistas y proveedores en la cadena de suministro. Sin embargo, hasta el momento tienen poca participación en la elaboración y aplicación de medidas de mejora del rendimiento de la cadena de suministro (Dainty et al., 2001a).

La definición de PYME, o más concretamente la de microempresas, pequeñas y medianas empresas en la UE, la encontramos en la Recomendación de la Comisión 2003/361/CE, reflejada en la Tabla 1.

Categoría empresa	Empleados		Facturación (Millones de €)		Total Balance (Millones de €)
Mediana	< 250	y	≤ 50	o	≤ 43
Pequeña	< 50	y	≤ 10	o	≤ 10
Microempresa	< 10	y	≤ 2	o	≤ 2

Tabla 1 Resumen de factores que determinan la categoría de la empresa.

Fuente: Recomendación de la Comisión 2003/361/CE.

2.3.2 El sector edificación.

Hay que reconocer que el sector de la construcción no es una entidad homogénea, hasta el punto que se considera formado por varios subsectores, separados cada uno por sus propias características (Green S. D., 2011).

La división del sector de la construcción se realiza en Obra Civil y Edificación.

El proceso de edificación es la acción de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso puede ser diverso. Las empresas que se dedican a la edificación, pueden realizar edificios de uso residencial, comercial, industrial, administrativo o sanitario. Si bien encontraremos empresas especializadas en alguno de estos tipos de edificios, la mayoría de las pymes contratistas principales, y sus subcontratistas, realizan tanto edificios

residenciales como industriales o comerciales. La cartera de clientes de las pymes constructoras está formada por promotoras y por clientes particulares. Como consecuencia, para abarcar las necesidades de cada uno de estos mercados, uno de los puntos fuertes de las pymes constructoras debe ser su estructura extremadamente flexible (Domínguez, 2004).

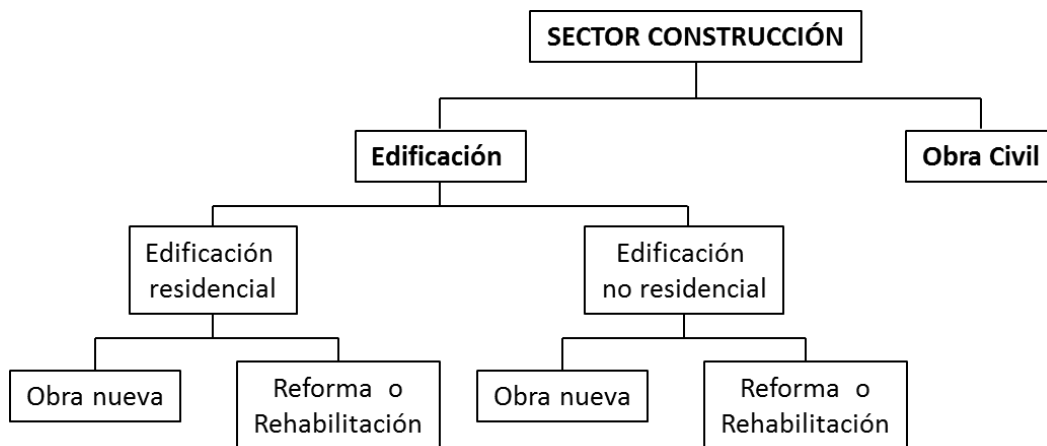


Fig. 11 Esquema de subsectores en el sector construcción.

Fuente: Elaboración propia.

¿Cuál es el peso de cada uno de estos subsectores en la construcción española? En el año 2006, en pleno ciclo expansivo, la Obra civil representaba una cuarta parte del sector y la Edificación las tres cuartas partes restantes. Esta producción en la Edificación se distribuyó en Edificación residencial (36%), Rehabilitación y mantenimiento (24%) y la Edificación no residencial (16%) (Fernández & Fuentes, 2007).

2.3.3 El proceso proyecto-construcción.

El proceso proyecto-construcción es una secuencia de fases que permiten el paso de una idea a la realidad. Las fases de un proyecto de construcción suelen ser: viabilidad, diseño, construcción, explotación y/o desmantelamiento.

Como vemos en la Fig. 12, existen diferentes tipos de proyectos, o variedad de productos, que se pueden realizar sobre un mismo edificio: la construcción total, la gran reparación, la reforma del edificio, las reparaciones simples o la demolición. Esta variedad de tipos de proyecto es una de las características que provocan que la construcción sea considerada una actividad compleja, como veremos en el apartado 5.2.2 de este trabajo, y engendrará una gran diversidad de cadenas de suministro muy diferentes dentro del sector. Es posible que los

problemas de la cadena de suministro de un proyecto de reforma no sean los mismos que los de un proyecto de nueva construcción. Este hecho complica el estudio de los problemas que se producen y las soluciones que deben adoptarse.

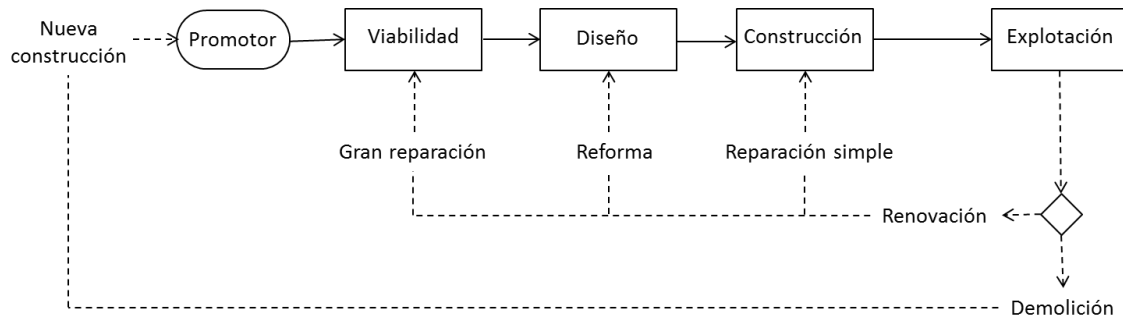


Fig. 12 Tipos de proyecto en el proceso de proyecto-construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir de Alshubbak,(2010).

2.4 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO ACTUAL.

La industria de la construcción, en España, se considera que es un motor de la economía nacional. Se trata de un negocio tradicional, fuertemente vinculado con otros sectores importantes de la economía.

A nivel internacional la construcción también es una industria importante en muchos países, representando entre el 7% y el 10% del Producto Interior Bruto (PIB) (Cox & Thompson, 1997; Voordijk et al., 2000).

En la actualidad el sector de la construcción en España sufre una de las peores crisis conocidas en el sector. Los motivos de esta crisis se justifican por la burbuja de precios a la que los edificios y el suelo se vieron sometidos entre los años 1998 al 2007. Esta subida de precios se explica por varios factores como son: la falta de suelo; la especulación o inversión en vivienda, como valor seguro, a la espera de su revalorización; el crédito fácil y barato, tanto para constructoras como para los clientes finales; la fuerte inmigración; o los beneficios fiscales otorgados por los distintos gobiernos a la compra de viviendas (Arellano & Bentolila, 2009).

La Ley del suelo de 1998, pensada para reducir la especulación, desencadenó una frenética actividad recalificadora que llevó al endeudamiento de promotores y bancos hasta el punto de terminar en la quiebra de gran parte de ellos como consecuencia de la crisis.

La revalorización de la vivienda en España en los años de la burbuja fue del 191% según The Economist, la segunda mayor de la OCDE en ese periodo. En estos mismos años en Gran Bretaña fue del 168% y en Estados Unidos del 85% (Arellano & Bentolila, 2009).

El crecimiento de la construcción entre los años 1998 al 2007 se situó en una media del 5% anual. A finales de 2007, la construcción suponía el 13,3% del empleo total en España, muy por encima de países como Alemania con el 6,7% o de Gran Bretaña con el 8,5% (Arellano & Bentolila, 2009).

La construcción ha llegado a representar el 11% del PIB español, pero a ello hay que sumar la fuerte capacidad de arrastre que ejerce este sector sobre otras ramas productivas (cementos y materiales de construcción, otros productos básicos, instalaciones eléctricas, fontanería, carpintería, compras de maquinaria y equipo, etc.), cuyos suministros oscilan entre el 10 y casi el 90 por cien según las distintas ramas (Cuadrado et al., 2010).

La crisis financiera internacional, que estalló inicialmente en Estados Unidos en 2007, se extendió con rapidez al resto del mundo, provocando, inicialmente problemas de liquidez y, posteriormente de solvencia. En el caso de España, aunque en principio no existían graves dificultades de solvencia, sí que surgieron de forma progresiva dificultades de liquidez, debido al elevado endeudamiento exterior con el que se habían cubierto las necesidades de financiación de la economía y por parte del sistema financiero. El resultado fue un fuerte recorte del crédito bancario a la vivienda a partir de finales de 2007 (Cuadrado et al., 2010).

La crisis financiera de 2007, redujo la producción de la edificación residencial en un 75% (SEOPAN, 2013). El aspecto más dramático de la caída de la construcción de viviendas es la rápida destrucción de empleos que se produce, cuya cifra para todo el sector asciende ya a casi un millón de nuevos parados a finales de 2009, dos años después del inicio de la crisis (Cuadrado et al., 2010).

Este entorno de crisis en un sector con características muy especiales y una cadena de suministro, como se verá, con importantes deficiencias históricas, han terminado por agravar los problemas.

3 ESTADO DEL ARTE: LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA CONSTRUCCIÓN.

3.1 METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo una revisión de la literatura y recopilar los textos publicados relacionados con la cadena de suministro de la construcción que mayor interés pueden tener, se ha planteado el siguiente procedimiento:

- Búsqueda, para localizar los textos.
- Selección, aplicando unos criterios de inclusión y basándonos en el resumen.
- Lectura completa de los textos seleccionados.
- Clasificación por tema y por relevancia.
- Síntesis de aportaciones para el trabajo.

Fuentes y limitaciones.

El trabajo está basado en la revisión bibliográfica realizada, apoyándose en las publicaciones disponibles a nivel mundial.

La documentación utilizada es de diversa tipología:

- Artículos de revistas académicas especializadas.
- Actas de congresos.
- Tesis doctorales, obtenidas de los repositorios de las universidades.
- Informes oficiales procedentes de las páginas web de los organismos que los publicaron o de sus autores.
- Libros.

Las limitaciones son en parte consecuencia del tema tratado. La cadena de suministro en la construcción de edificios es un tema amplio, por lo que la extensión que se pretende dar a este trabajo no permite profundizar excesivamente en los diferentes puntos en los que se ha dividido.

3.2 ANÁLISIS.

La revisión bibliográfica se realizó mediante la utilización de bases de datos electrónicas. Se efectuaron búsquedas en cuatro bases en las que aparecen referencias a artículos de revistas, actas de congresos, libros o tesis, sin limitar la búsqueda a un periodo de tiempo específico. Las bases de datos utilizadas fueron: Scopus (propiedad de Elsevier), Web of Science (de Thomson Reuters), Google Scholar (de Google Inc.) y Microsoft Academic Search (de Microsoft Corporation).

Las palabras clave utilizadas para las búsquedas, en inglés, fueron "Supply Chain" y "Construction Industry" combinadas con: "Problems", "Subcontracting", "Outsourcing", "Delivery methods", "Contracts", "Best practice", "Lean construction", "Logistics", "Collaboration", "Relational Contracting", "Partnering", "Integration", "Supply Chain Management", "Re-engineering", "Standardization", "Communication", "Building information modeling", "Electronic data interchange". En las bases que lo permiten la búsqueda se restringió a las palabras clave, el título y el resumen.

Además se utilizaron las referencias bibliográficas de algunos artículos y tesis para llegar a textos que en primera instancia no aparecieron o no fueron considerados de interés en la búsqueda en las bases de datos. Las bibliografías de los trabajos de (Vrijhoef R. , 2011), (London K. , 2004) y (Carbonell, 2012) son las que más aportaron. Otra fuente fueron las páginas del servicio de citas de Google Scholar, donde se consultaron los perfiles de diferentes autores.

El número de citas que los artículos tienen en estas bases fue el principal criterio para establecer la clasificación por su relevancia. Otro criterio utilizado para considerarlo como relevante es que aparezca citado en alguno de los artículos de los autores de mayor prestigio.

3.3 RESULTADOS.

A pesar de que desde 1985 empiezan a aparecer los primeros artículos relacionados con la cadena de suministro genérica, textos específicos sobre la cadena de suministro en la industria de la construcción no se publican hasta los años 90.

En los primeros años, la investigación sobre los conceptos de cadena de suministro de la construcción, se centró en la mejora del flujo de suministro de materiales y el flujo de trabajo en la obra, excluyendo al cliente como parte de la cadena de suministro (London & Kenley, 1999).

La Fig. 13 representa una escala temporal en la que aparecen los principales textos publicados relacionados con la investigación y el desarrollo sobre la cadena de suministro. A la izquierda aparecen los relacionados con el concepto cadena de suministro en general, a la derecha los vinculados con la cadena de suministro en la industria de la construcción.

En este punto se recoge una lista no exhaustiva de artículos, actas de conferencias, tesis y libros relacionados con el tema. Los textos, en total 97, se presentan clasificados en base a un análisis de contenido. La clasificación que planteamos se basa en el tema principal que tratan. La mayoría presenta diferentes soluciones para los problemas que plantea la gestión de la cadena, otros solamente persiguen entender cómo es el sector, qué características tiene, cuáles son los problemas con los que se enfrenta o en qué lo diferencia de otros sectores.

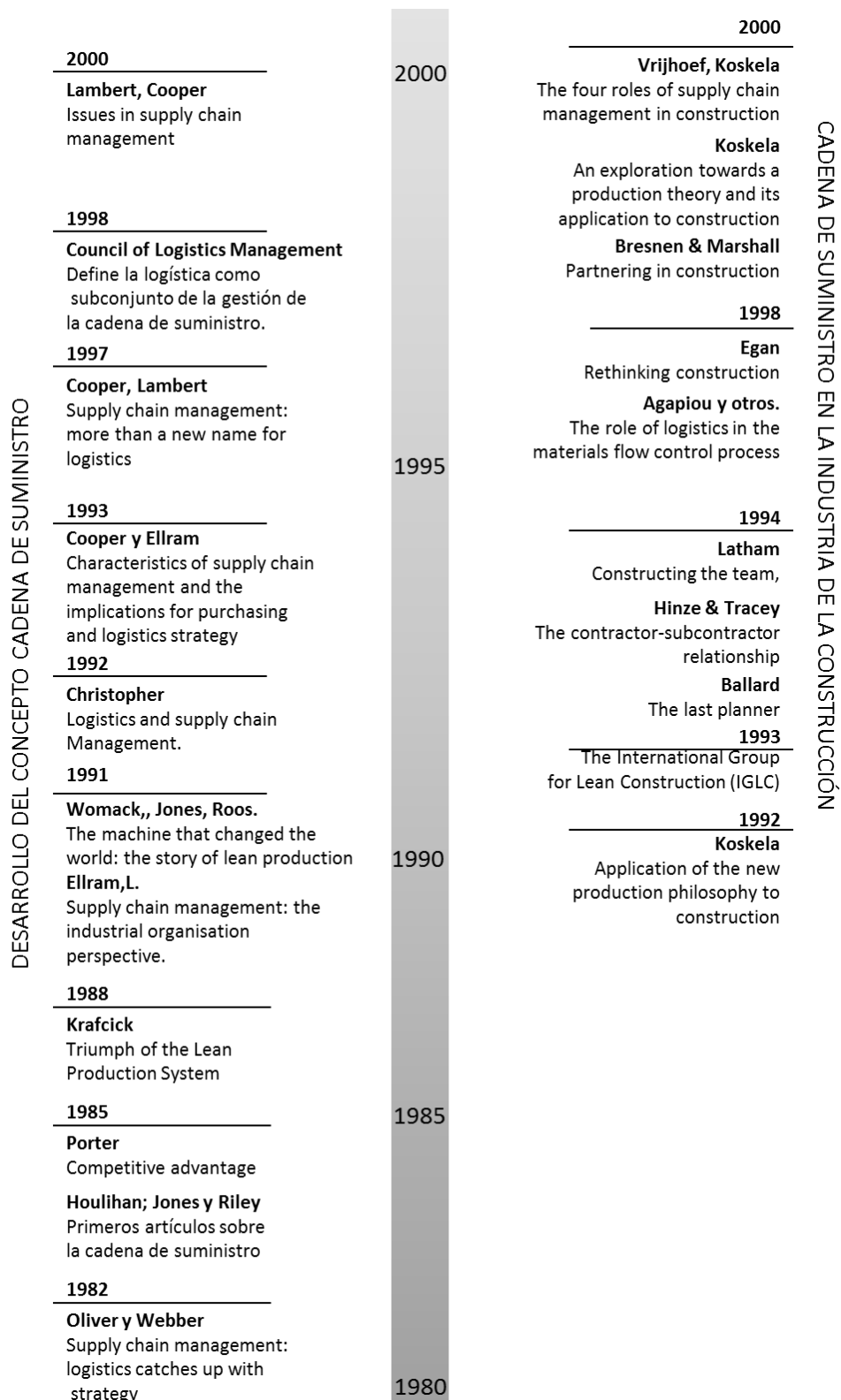


Fig. 13 Escala temporal de los textos publicados con mayor influencia en el desarrollo de la cadena de suministro entre 1980 y 2000.

Fuente: Elaboración propia.

La agrupación se realiza sobre 3 temas principales y 9 subtemas dentro del tercero:

- A. Los problemas en la cadena de suministro.
- B. Las causas de los problemas.
- C. Las soluciones planteadas.
 - i. La planificación y la producción.
 - ii. El flujo de materiales.
 - iii. La gestión de las relaciones.
 - iv. La reingeniería de procesos.
 - v. La ingeniería concurrente.
 - vi. La modularización y la estandarización.
 - vii. La medición del rendimiento.
 - viii. La comunicación (Herramientas informáticas).
 - ix. La gestión del conocimiento.

En el Anexo se presenta una relación de dichos textos, haciendo constar el autor, el año y un breve resumen del tema que tratan. Al final del trabajo se encuentran las referencias bibliográficas necesarias para su localización.

En la Tabla 2 Clasificación de textos según el tema y el número de citas en Google Scholar, vemos como solamente son tres los textos que sobrepasan las 1.000 citas en Google Scholar, los informes realizados por Latham (1994) y Egan (1998) en Gran Bretaña, y la introducción de Lean en la construcción realizada por Koskela (1992). Como veremos a lo largo de este trabajo los tres textos publicados en los años 90 tienen una gran influencia sobre la evolución de la cadena de suministro de la construcción.

En el año 2000 aparecen publicados otros tres textos que también han supuesto una gran influencia en el desarrollo de la construcción de los últimos años. Vrijhoef & Koskela (2000) realizan un análisis de las funciones específicas que la gestión de la cadena de suministro tiene en la construcción, de los problemas y las limitaciones. Koskela (2000) formula una teoría de la producción que proporciona un nuevo fundamento teórico para la construcción. Ballard (2000) desarrolla el sistema de planificación, “the last planner system”, que ya había introducido con anterioridad (Ballard, 1994), con el objetivo de aumentar la fiabilidad de la planificación que se realiza en las obras de construcción. Los trabajos de Koskela (2000) y Ballard (2000) se desarrollan bajo la influencia de la filosofía Lean Production.

El informe de Egan (1998) provoca un desarrollo de las relaciones de asociación en la construcción. Por ello a partir del año 2000 aparecen numerosos textos en los que se aborda la gestión de las relaciones, de todos ellos los que mayor trascendencia tienen son los de Bresnen & Marshall (2000b), Akintoye et al., (2000), Cox A. (2004), Baiden et al., (2006), Saad et al., (2002) y Briscoe & Dainty (2005).

				C. Las soluciones planteadas.									
A. Los problemas en la cadena de suministro.		B. Las causas de los problemas.		I. La planificación y la producción.		II. El flujo de materiales.		III. La gestión de las relaciones.		IV. Ingeniería de procesos. V. Ingeniería concurrente.	VI. Modularización/ estandarización. VII. Medición del rendimiento.	VIII. La comunicación. IX. La gestión del conocimiento.	
Oatham (1994)		Egan (1998)											
>1000	2.257	2.801	2.801										
>500	618		545	Koskela (1992)	1.329								
>200				Koskela (2000)	969	Howell (1999)	409	Bresnen & Marshall (2000b)	535	Akintoye et al. (2000)	377	Succar (2009)	427
				Ballard (2000)	832	Cox A. (2004)	328	Bresnen & Marshall (2000b)	535	Cox A. (2004)	328		
				Ballard (1994)	630	Baiden et al. (2006)	244	Akintoye et al. (2000)	377	Baiden et al. (2006)	244		
						Ballard (2008)	263	Saad et al. (2002)	232	Saad et al. (2002)	232		
								Larson (1995)	205	Larson (1995)	205	Gu & London (2010)	219
						Ballard & Howell (1998)	174	Briscoe & Dainty (2005)	154	Briscoe & Dainty (2005)	154	Grilo & Jardim-Gonç(2010)	160
						Ballard & Howell (2003)	153	Briscoe et al. (2004)	147	Briscoe et al. (2004)	147	Jung & Joo (2011)	148
								Briscoe et al. (2001)	141	Briscoe et al. (2001)	141	Byrde et al. (2013)	135
								Love et al. (2002)	136	Love et al. (2002)	136	Cheng et al. (2001)	125
						Wong (1999)	129	Mathews & Howell (2005)	120	Mathews & Howell (2005)	120	Arayici et al. (2011)	119
						Ballard & Howell (1995)	106	Kent & Becerik-Gerber (2010)	113	Kent & Becerik-Gerber (2010)	113	Taylor & Bernstein (2009)	114
						Naim & Barlow (2003)	103	Bresnen M. (2007)	108	Bresnen M. (2007)	108		
												Costa et al. (2006)	93
						Fearne & Fowler (2006)	94						
										Alpulu et al. (2003)	90		
								Green et al. (2005)	87	O'Brien et al. (2002)	88		
								Bygballe et al. (2010)	86	Green & May (2003)	85		
						Bertelsen&Nielsen(1997)	63	Love & Gunasekaran(1997)	73	Love & Gunasekaran(1997)	73	Vrijihoef et al.(2001)	66
>50				Hartmann & Caerteleng(2010)	47	Green S. D. (2011)	46	Proverbs & Holt (2000)	48	Proverbs & Holt (2000)	48		
								Kumaraswamy et al.(2005)	48	Kumaraswamy et al.(2005)	48		
								O'Brien (1999)	44	O'Brien (1999)	44		
								Cox et al.(2006)	36	Cox et al.(2006)	36		
						Sommerville (1994)	31	Hartmann & Bresnen (2011)	36	Hartmann & Bresnen (2011)	36	Eom et al.(2008)	32
						Fulford&Standing(2014)	27	Bilismais et al.(2004)	22	Bilismais et al.(2004)	22	Meng (2010)	26
								Lee et al.(2009)	22	Lee et al.(2009)	22		
						Ballard (2005)	22	Rezgui & Miles (2010)	18	Rezgui & Miles (2010)	18		
						Bygballe & Jahre (2009)	21	Lönngrén et al.(2010)	17	Lönngrén et al.(2010)	17		
								Vrijhoef & De Ridder (2005)	16	Vrijhoef & De Ridder (2005)	16		
								Vrijhoef R. (2011)	11	Vrijhoef & DeRidder(2007)	11	Venters et al.(2005)	12
						Fernie&Tennant(2013)	6	Tennant & Fernie (2014)	6	Tennant & Fernie (2014)	6		
						Asarubuja et al.(2014)	4	Thunberg&Persson(2014)	4	Thunberg&Persson(2014)	4	Capó-Vicedo et al(2005)	2
						Tennant et al.(2014)	1						

Número de citas en Google Scholar

Tabla 2 Clasificación de textos según el tema y el número de citas en Google Scholar. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Interés académico en la cadena de suministro.

La industria de la construcción tiene sus raíces en periodos previos a análisis científicos explícitos. No es hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando han surgido diferentes iniciativas de entender la construcción y sus problemas, a partir de las que se han desarrollado los métodos de mejora y las correspondientes soluciones (Koskela, 1992).

El estímulo importante en el creciente interés de la industria de la construcción por la cadena de suministro se ha producido con el movimiento Rethinking Construction (Egan, 1998), originado en la Gran Bretaña (Vrijhoef R. , 2011; Green S. D., 2011).

Para establecer el interés que este tema ha despertado durante los últimos años en el ámbito académico utilizamos la herramienta de búsqueda Google Académico.

Interés académico comparado con otros sectores.

Si realizamos una búsqueda a través de Google Académico de aquellos artículos o libros que incluyan los términos “supply chain” y “construction industry” encontramos 20.500 resultados. Esto realmente no sabemos si significa que la cadena de suministro de la industria de la construcción despierta mucho o poco interés. Una forma de averiguarlo es comparándolo con los trabajos dedicados a la cadena de suministro de otras industrias. Con referencia a la industria del automóvil encontramos 33.200, en la textil 29.400 y referidas a la industria electrónica 12.900 resultados (Datos de Enero de 2015). La Fig. 14 muestra una gráfica con los resultados obtenidos.

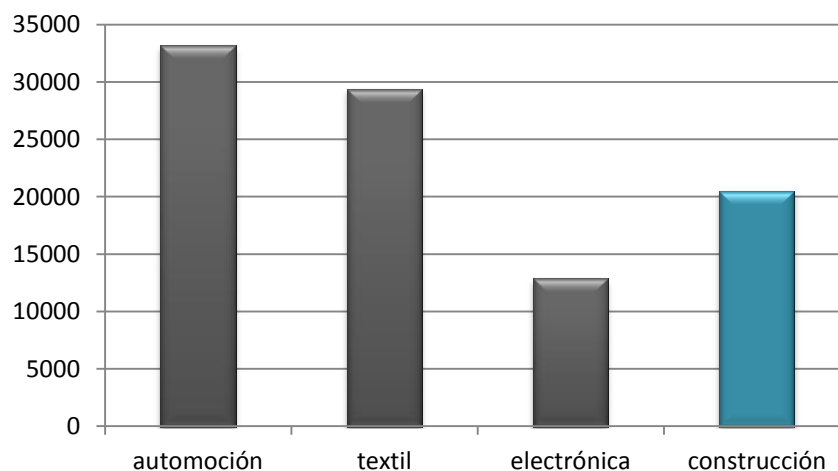


Fig. 14 Interés académico en la cadena de suministro de los diferentes sectores (2005). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.

Evolución del interés.

Cómo ha evolucionado el interés durante los años en los que se han publicado estos artículos también es un dato que podemos conseguir con Google Académico. Los primeros aparecieron en el año 1990, en el que se publicaron 3 artículos. El interés ha ido en aumento desde entonces hasta llegar a los 2.820 que aparecen en el año 2015. La Fig. 15 muestra la evolución durante estos años.

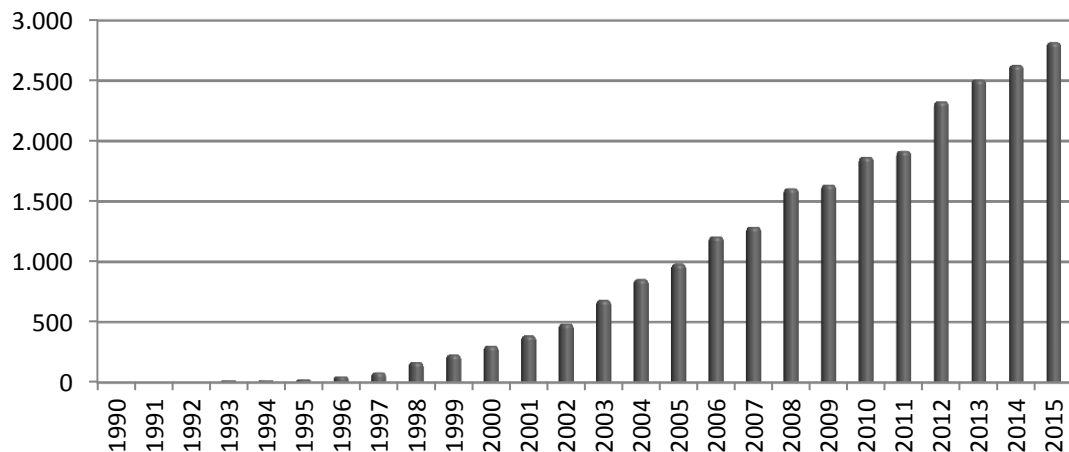


Fig. 15 Evolución del interés académico en la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.

Otra forma de mostrar el interés es la evolución del número de citas realizadas de algunos de los artículos o libros que podríamos considerar entre los más importantes en el estudio de la cadena de suministro.

“Logistics & Supply Chain Management”, es el libro publicado por Martin Christopher cuya primera edición se realizó en Gran Bretaña en 1992. Se trata de un trabajo sobre la cadena de suministro en todos los sectores, que ha tenido una gran difusión y una repercusión importante sobre los autores que han tratado el tema, citándose en más de 4.500 ocasiones. La Fig. 16 muestra la evolución del interés académico por esta obra.

El trabajo “Application of the new production philosophy to construction” (Koskela, 1992), el artículo “The four roles of supply chain management in construction” (Vrijhoef & Koskela, 2000), y “The last planner system of production control” (Ballard, 2000), son algunos de los textos relacionados con el estudio de la cadena de suministro en el sector de la construcción que mayor impacto han tenido. La Fig. 17 muestra cómo en los tres casos su número de citas ha ido en aumento desde su publicación.

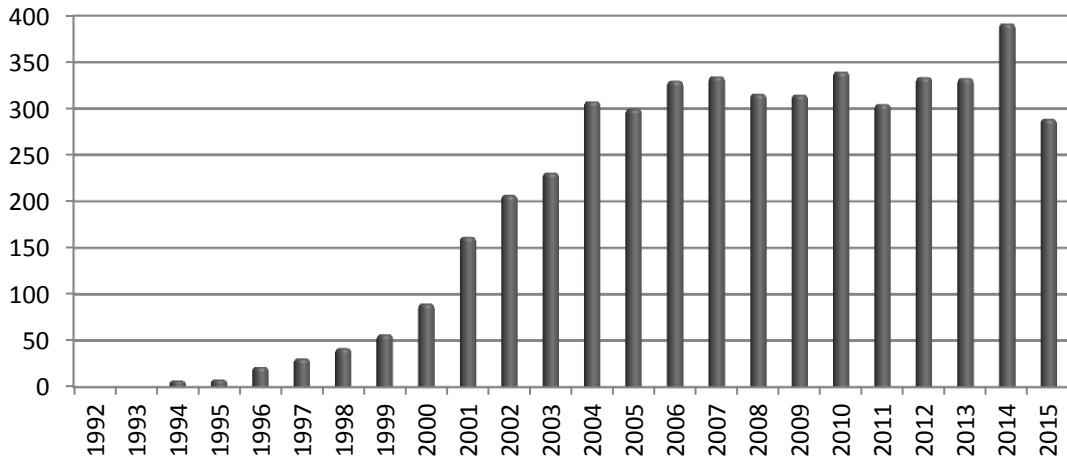


Fig. 16 Evolución del interés académico por “Logistics & Supply Chain Management” (Christopher, 1992).
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.

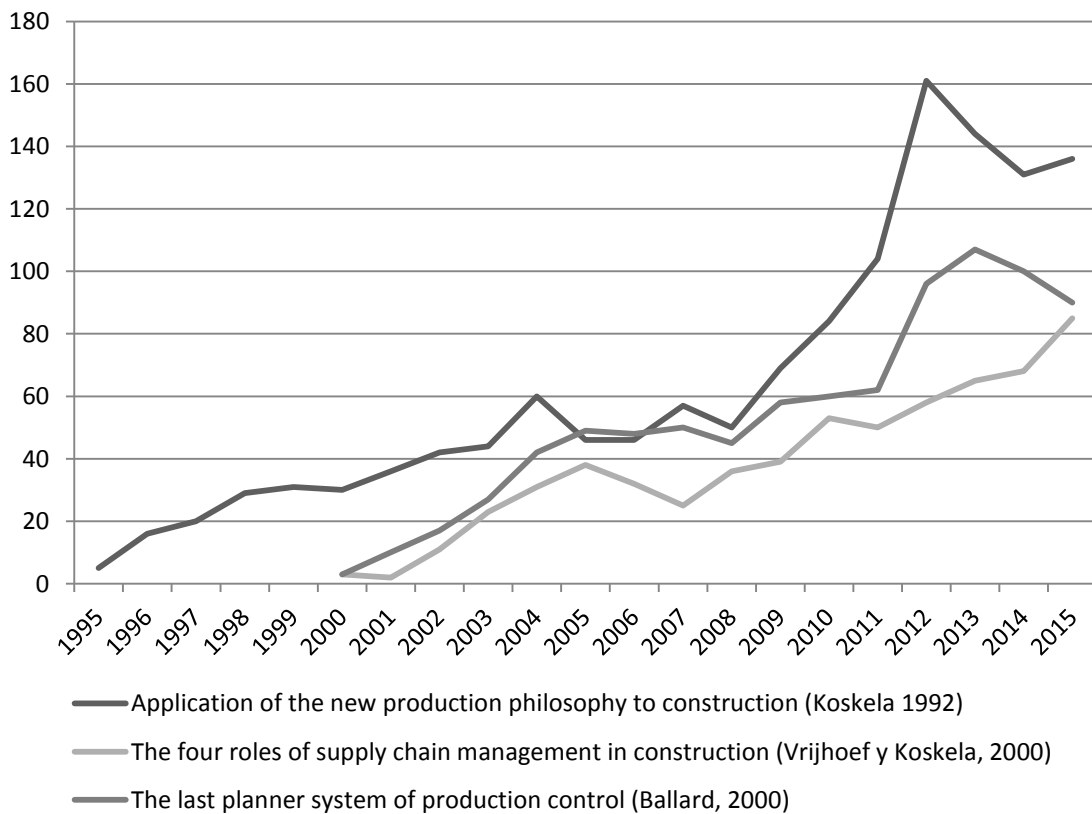


Fig. 17 Interés académico por varios artículos relacionados con la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.

Se concluye que el interés académico por la cadena de suministro ha ido en aumento, tanto a nivel general como específicamente en el sector construcción. Cada año se publican más

textos relacionados con el tema y los textos de mayor importancia son citados en más ocasiones.

3.3.2 Origen del interés académico.

La mayor parte de la investigación realizada sobre la cadena de suministro de la construcción proviene de los países anglosajones (Gran Bretaña, EE.UU. y Australia) y del norte de Europa (Suecia, Finlandia y Dinamarca), siendo la aportación de España muy escasa. La Fig. 18 nos muestra los países en los que se han publicado artículos relacionados con la cadena de suministro de la industria de la construcción.

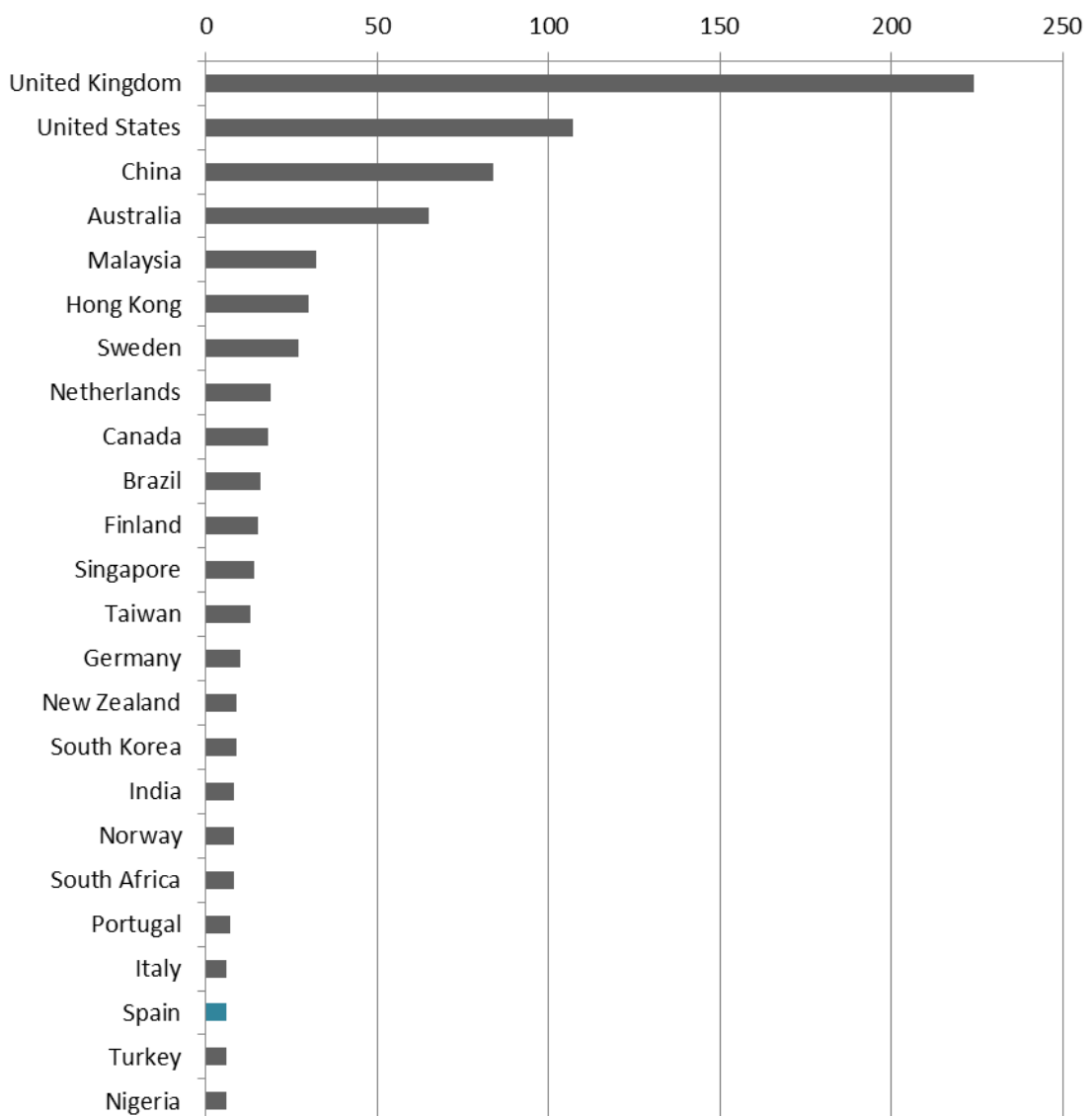


Fig. 18 Países en los que se han publicado artículos relacionados con la cadena de suministro de la industria de la construcción hasta el año 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.

La Loughborough University (Gran Bretaña) y University of Salford (Gran Bretaña) con textos relacionados con la cadena de suministro y las relaciones de asociación, y la UC Berkeley (EE.UU.) con textos relacionados con Lean Construction, son las tres universidades que más textos han publicado relacionados con la construcción y su cadena de suministro. La Fig. 19 muestra las diez universidades que más documentos aportan al estudio de la cadena de suministro en la industria de la construcción

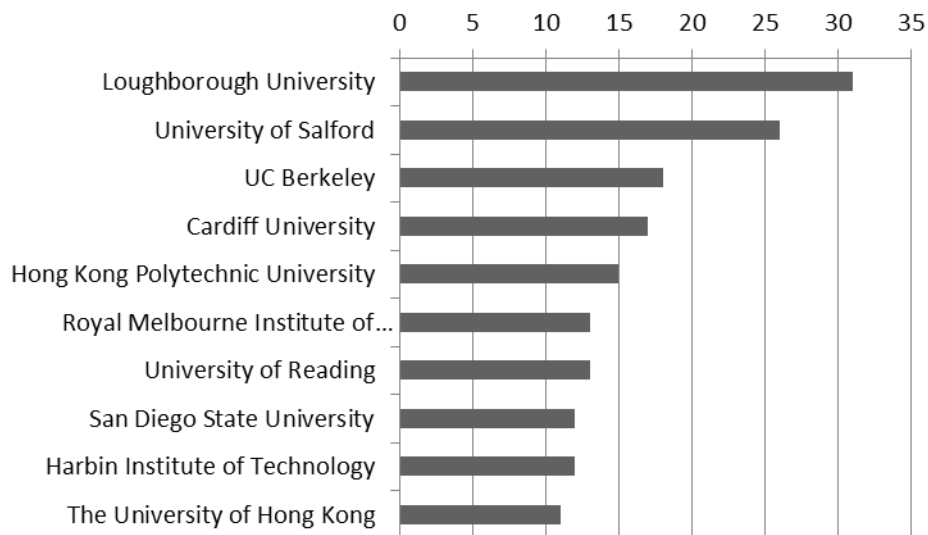


Fig. 19 Las 10 universidades que más documentos aportan al estudio de la cadena de suministro en la industria de la construcción hasta 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.

Los autores que más textos han publicado relacionados con la cadena de suministro en la industria de la construcción son Naim, M. (Gran Bretaña), Khalfan, M.M.A. (Australia), Walsh, K.D. (EE.UU.), Gosling, J. (Gran Bretaña), Tommelein, I.D. (EE.UU.), Fernie, S. (Gran Bretaña), Dainty, A.R.J. (Gran Bretaña) y Formoso, C.T. (Brasil). La Fig. 20 muestra los 15 autores que más textos han publicado.

Esta clasificación por el número de textos publicados no refleja la relevancia que éstos puedan tener. Los autores con mayor relevancia en textos relacionados con la cadena de suministro de la construcción según en número de citas son: Egan J., Latham M., Koskela G., Ballard, G., Howell y Vrijhoef R.

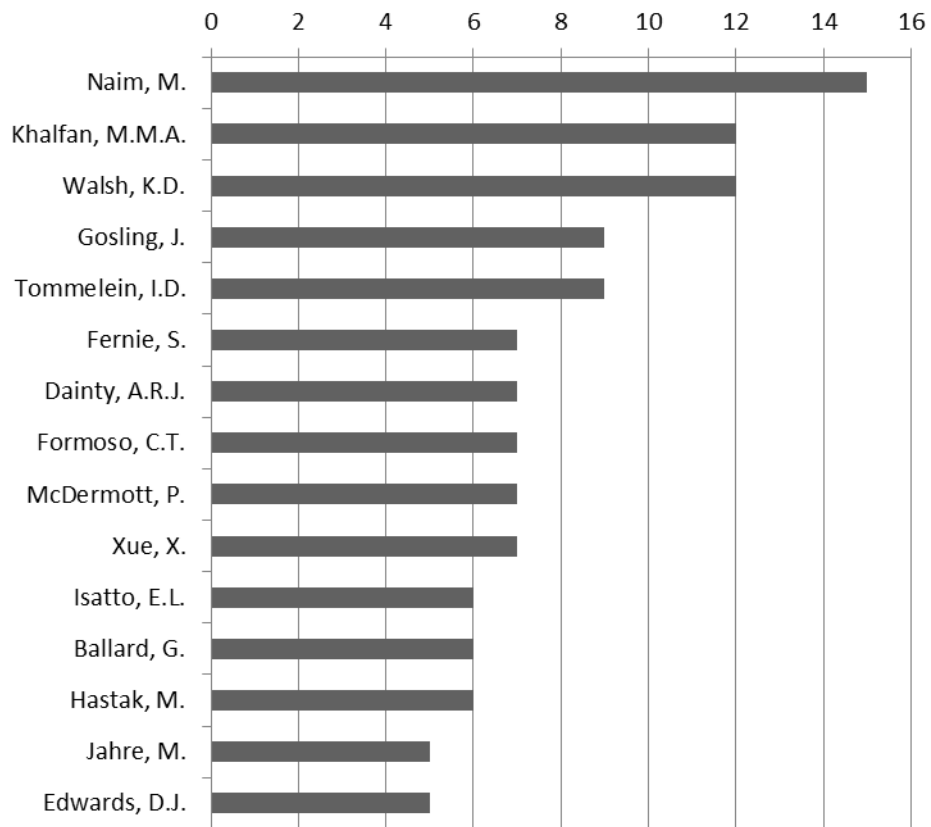


Fig. 20 Clasificación de autores según el número de textos publicados relacionados con la cadena de suministro en la construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.

4 PROBLEMAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

Este capítulo identifica y describe los problemas que afectan a la cadena de suministro de la construcción. Se desarrolla en dos partes: en la primera veremos que son muchos los autores que coinciden en que la construcción adolece de importantes problemas; en la segunda desgranaremos una serie de prácticas que son las causantes de los problemas que lastran el desarrollo de cadenas de suministro eficaces en el sector construcción.

4.1 ANTECEDENTES.

Numerosos investigadores han llegado a la conclusión de que la industria de la construcción sufre un mal desempeño, es ineficaz y han identificado gran cantidad de problemas. (Vrijhoef & Koskela, 2000; Cox & Ireland, 2001; Love et al., 2004; Cutting-Decelle et al., 2007). Históricamente la construcción ha sido considerada de baja productividad, y por detrás de otras industrias en términos de mejora de la eficiencia (Bankvall et al., 2010; Fulford & Standing, 2014). ¿Es esto cierto? ¿Tiene algo que ver con la gestión de su cadena de suministro?

A principios de los años 90, cuando empezó a desarrollarse el estudio de las cadenas de suministro en la construcción, investigaciones realizadas sugerían que el mal diseño de la cadena de suministro aumentaba regularmente el coste del proyecto en un 10% (Bertelsen & Nielsen, 1997) y la duración del proyecto podía verse afectada de manera similar (O'Brien, 1999)

El análisis de los problemas ha demostrado que la mayor parte son consecuencia de la cadena de suministro (Vrijhoef et al., 2001; Cutting-Decelle et al., 2007).

¿El sector construcción adolece de mayores problemas que otros sectores? En comparación con otras industrias, el entorno de producción en la construcción es relativamente complejo e inestable. En general, esto da lugar a efectos negativos tales como bajos niveles de eficacia y eficiencia, bajas tasas de innovación y obstáculos al intercambio de conocimientos y aprendizaje. De hecho, se considera que el nivel de rendimiento del sector de la construcción es más bajo que el de otros sectores industriales (Vrijhoef R. , 2011).

Muchos autores sostienen que el rendimiento de la industria de la construcción podría beneficiarse de una mayor atención a la gestión de la cadena de suministro (Koskela, 1992; Latham , 1994; O'Brien et al., 1995; Egan, 1998; Vrijhoef & Koskela, 2000; Green et al., 2005).

Se considera que los residuos y problemas que se generan son en gran parte causados por el control obsoleto y miope de la cadena de suministro (Vrijhoef & Koskela, 2000).

Desde finales de la década de los 80, la industria de la construcción ha visto cómo se lanzaban una serie de iniciativas para la gestión de la cadena de suministro (Vrijhoef & Koskela, 2000), proponiendo soluciones encaminadas a mejorar la coordinación de subcontratistas y proveedores (Segerstedt & Olofsson, 2010). Los años transcurridos desde entonces podrían haber servido para introducir mejoras en la cadena de suministro. Pero, ¿realmente ha sido así?, o ¿tal vez otros sectores han aprovechado mejor estos años?

En la actualidad, la construcción de muchos edificios supone un duro enfrentamiento entre clientes, técnicos, constructores y subcontratistas, en el que cada parte intenta sacar ventaja unos sobre otros, en lugar de trabajar juntos de manera constructiva. El seguimiento estricto de los roles “profesionales” y la poca disposición a traspasar unos límites definidos históricamente, obstaculizan la cooperación y la colaboración (Tunstall & Valderrama, 2009). De este modo, la construcción sufre pérdidas considerables causadas por conflictos, excesos de coste, reclamaciones y demandas entre las partes, que son consecuencia principalmente de los retrasos en el suministro y las interrupciones; situaciones que se intensifican por la falta de información adecuada (Arantes et al., 2015).

La industria de la construcción actualmente no se está optimizando para la racionalización de la cadena de suministro. De hecho, investigaciones realizadas concluyen que la estructura actual de la industria afecta a las iniciativas tomadas hasta ahora para la mejora del rendimiento (BIS, 2013b).

La adopción de métodos como el de asociación, utilizados con éxito por el sector manufacturero, se ha visto como la solución idónea para el sector construcción (Egan, 1998). Sin embargo, en comparación con otros sectores como la fabricación de vehículos, los contratistas principales, que deberían ser los integradores, son relativamente poco sofisticados en su enfoque de la cadena de suministro (Briscoe et al., 2001).

En general, la conclusión de numerosos informes es que a principios de los 90 la industria de la construcción estaba por detrás de industrias manufactureras en cuanto a la aplicación de SCM, y que seguía estándolo dos décadas después (Latham, 1994; Bankvall et al., 2010).

La Tabla 3 muestra de forma resumida las diferencias entre la industria de la construcción y otros sectores.

	Construcción	Otros sectores tecnológicos	Sectores no tecnológicos
Cultura	Informal	Formal	Dinámica
Estructura	Fragmentada	Consolidada	Integrada
Management	Impulsado por proyectos	Impulsado por procesos	Impulsado por clientes

Tabla 3 Diferencias entre las industrias de la construcción y otras.

Fuente: Vrijhoef y Koskela 2005

Los problemas que padece el sector en gran medida pueden deberse a que la industria de la construcción históricamente ha tenido barreras de entrada extremadamente bajas (Egan, 1998). Se acepta que cualquier persona pueda formar su propia empresa de construcción con independencia de su competencia. De la misma forma cualquier organización puede convertirse en un cliente de la construcción, con independencia del conocimiento y/o de la competencia (Cox & Thompson, 1997).

Es habitual que personas que no conocen a fondo el sector de la construcción, pero que terminan sufriendo algunos de los problemas de falta de calidad, sobrecostes o retrasos en la entrega de los proyectos, consideren que la gente que trabaja en el sector no es profesional. Sin embargo:

“La gente que trabaja en la construcción son las mismas personas con las que socializamos cada fin de semana. Tienen las mismas fortalezas y debilidades que el resto de personas; tienen diferentes niveles de educación y poseen la misma diversidad de opiniones políticas que se pueden encontrar dentro de la sociedad en la cual están inmersos. Por lo tanto, debemos tener cuidado de interpretaciones que se apoyen en el supuesto de que las personas que trabajan en el sector de la construcción son inherentemente diferentes a los que trabajan en otros sectores” (Green S. D., 2011).

Es posible que los profesionales, una vez incorporados al sector, se vean afectados por el resto de agentes que forman la comunidad profesional, con lo que tienden a aplicar sus estándares, reproduciendo en gran medida sus actitudes. A pesar de ello, podemos descartar que las personas sean la causa, ya que no están aislados de la sociedad, pero los problemas existen.

4.2 ¿QUÉ PRÁCTICAS HABITUALES PUEDEN CAUSAR PROBLEMAS?

Los autores que han investigado sobre los problemas históricos en el sector de la construcción han destacado la fragmentación del mercado de la oferta y las actitudes de confrontación entre los intervinientes como los principales problemas (Koskela, 1992; Latham, 1994; DISR, 1999). La falta de integración entre el diseño y la construcción, y la forma en que los problemas se abordan de manera contractual por, y entre, los participantes en la cadena de suministro también son causas destacadas como fundamentales de los males de la industria (Cox & Ireland, 2001). Todas estas causas están probablemente relacionadas entre sí (Egan, 1998).

Una de las dificultades para la mejora es el hecho de que la mayoría de los problemas de la cadena de suministro de la construcción están causados en otra etapa de la cadena diferente a la etapa en que se detectan (Vrijhoef & Koskela, 2000).

Pero, ¿están los problemas de la construcción localizados en una parte específica de la cadena de suministro? Si realmente lo están, solucionarlos debería ser relativamente sencillo.

En la Fig. 21 se describen los problemas identificados a lo largo de toda la cadena de suministro. De su lectura puede concluirse que los problemas no están localizados en una parte, sino que se reproducen a lo largo de todo el proceso. De aquí se deduce que todos los intervinientes en la cadena de suministro tendrían que realizar un esfuerzo para conseguir que estos problemas se reduzcan o desaparezcan.

Este esquema de Vrijhoef (1998), muy reproducido y adaptado por otros autores, es anterior a algunos de los cambios importantes que se han producido en el sector en los últimos años. Algunos de estos cambios, como son el mayor uso de las tecnologías para la comunicación, uso generalizado de internet y teléfonos móviles; la mejora de la logística en el transporte, con una gran presencia de empresas especializadas en paquetería, mensajería y logística; o el incremento de la movilidad y la globalización; deberían haber contribuido a mejorar el sector de la construcción desde la década de los 90 en la que Vrijhoef identificaba los problemas de la cadena de suministro.

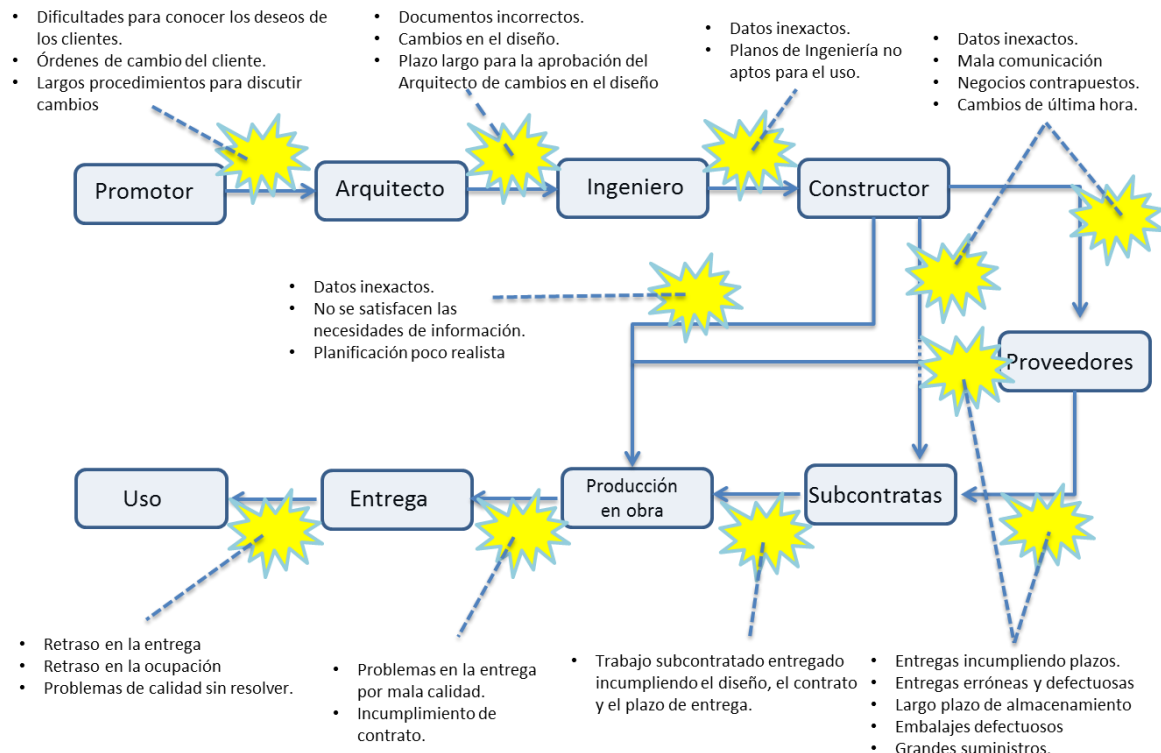


Fig. 21 Problemas a través de la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Vrijhoef (1998).

¿Han cambiado los problemas en los últimos años? ¿Siempre han sido los mismos?

A lo largo de los años han sido numerosas las investigaciones realizadas sobre los principales problemas que se producen en la cadena de suministro de la construcción y las mejoras que se deberían adoptar. Uno de los más completos, de reciente publicación, es el estudio “Supply Chain Analysis into the Construction Industry”, realizado sobre la gestión de la cadena de suministro en la construcción en Gran Bretaña². Este estudio busca una serie de factores que faciliten un desempeño eficaz de la cadena de suministro, y los clasifica en seis grupos (BIS, 2013b):

- Las disposiciones financieras.
- La selección de la cadena de suministro.
- La gestión del diseño.

² Este estudio, encargado por el Departamento de Negocios e Innovación del Gobierno de Gran Bretaña a la consultora EC Harris LLP, se basa en una revisión de la literatura, especialmente de los informes Latham (1994), Egan (1998) y Wolstenholme (2009), y el análisis durante el año 2013 de 5 proyectos de obras, oficinas, comerciales y escuelas, realizados en Gran Bretaña. Para el estudio se realizaron una serie de 40 entrevistas estructuradas con miembros de las cadenas de suministro de estos proyectos de construcción.

- La gestión del equipo o Management.
- La determinación de los precios.
- La integración de la cadena de suministro.

A partir de los resultados de este estudio podemos llegar a la conclusión sobre cuáles son los problemas que dificultan este desempeño eficaz de la cadena de suministro.

¿Aporta algo nuevo el estudio realizado en 2013 en Gran Bretaña? ¿Todos estos problemas no habían sido ya identificados anteriormente por otros autores?

El interés del estudio radica en la cantidad de entrevistas realizadas, los proyectos analizados y la clasificación de las hipótesis efectuadas.

La investigación realizada en España sobre los problemas que afectan a los subcontratistas (Oviedo-Haito et al., 2014), aunque deja fuera al resto de agentes que compone la cadena de suministro, permite, en parte, establecer comparaciones entre los resultados de ambos estudios y comprobar que los problemas a nivel nacional son similares.

A continuación identificamos cuáles son los problemas, cómo se describen en el informe BIS (2013) y cómo otros autores han descrito estos mismos problemas, años antes y en la actualidad.

4.2.1 Las disposiciones financieras.

Los problemas de pago son muy importantes para los miembros de la cadena de suministro, hasta el punto de que son considerados unas de las principales preocupaciones cuando se han realizado estudios del sector. En las encuestas realizadas para el estudio “Supply Chain Analysis into the Construction Industry” (BIS, 2013b), casi todos los encuestados mencionaron cuestiones relacionadas con el pago. El estudio realizado en España por (Oviedo-Haito et al., 2014) también destaca los temas de pago como uno de los factores más relevantes.

Hay que tener presente que uno de los graves problemas de la industria de la construcción es su baja y poco fiable rentabilidad. Los márgenes son característicamente muy bajos (Egan, 1998), por ello los problemas relacionados con las disposiciones financieras son una de las principales preocupaciones del sector.

Los problemas relacionados con las disposiciones financieras principalmente son: la seguridad en el pago, los retrasos en el pago y las retenciones.

Seguridad de pago.

La certeza de pago es identificada como un área donde los malos resultados desencadenan reacciones negativas de la cadena de suministro (BIS, 2013b).

Los problemas que generan inseguridad en el pago son: la estabilidad financiera o solvencia del cliente inmediato y la valoración de las variaciones por parte del contratista.

La seguridad de pago se asocia principalmente con la solvencia del contratista. En ciclos expansivos de la economía, donde los impagos son poco frecuentes, las empresas se centran en la rentabilidad de cada contrato, prestando poca atención al riesgo financiero. Si se produce algún impago, los beneficios de otros contratos absorben las pérdidas ocasionadas. De esta forma las preocupaciones de pago se centran más en los trabajos no previstos en el contrato. Por el contrario, en épocas de crisis en las que la rentabilidad se ve reducida al mínimo, evitar impagos se convierte en un objetivo prioritario para las empresas.

El acuerdo en la valoración de los cambios es uno de los aspectos más problemáticos entre contratistas y subcontratistas durante las obras. El momento en que se producen los cambios dentro del periodo de duración de los proyectos influye para llegar a un acuerdo en su valoración. El nivel de riesgo para llegar a acuerdos puede aumentar cuando un proyecto se acerca a su finalización, en particular si se ha rebasado ya el coste máximo previsto para el proyecto. (BIS, 2013b).

Es práctica habitual que la valoración de las variaciones quede sin resolver hasta el final del proyecto, momento en el que el subcontratista tiene una posición en la negociación más débil. De esta forma, si el contratista no ha obtenido beneficio en el proyecto, es frecuente que las variaciones no se paguen (BIS, 2013b).

El margen con el que cuenta el contratista principal también influye para el acuerdo en la valoración de los cambios. El contratista principal muestra una mejor predisposición a la valoración de las variaciones cuando los proyectos son rentables (BIS, 2013b).

Un beneficio importante en los proyectos, que no siempre se tiene en cuenta, es la buena disposición por parte de los subcontratistas para responder más rápidamente a las instrucciones cuando hay una certeza de pago que cuando no la hay (BIS, 2013b).

Retraso en el pago.

¿Cómo influyen los plazos de pago en las empresas? Si los plazos son largos, se reduce la liquidez de las empresas, se encarece su financiación, le restan competitividad, hacen focalizar la atención fuera del negocio e incrementan los precios de los productos que ofrecen. Si los plazos son reducidos, las empresas se financian sin coste, incrementan su capacidad de endeudamiento y mejoran la gestión de su tesorería (PMcM, 2010).

Las condiciones de pago aplazado reducen la capacidad de la cadena de suministro para acometer nuevos proyectos ya que se producen tensiones en el flujo de caja y se corre un mayor riesgo de impagos (BIS, 2013b).

La certeza y prontitud de pagos es especialmente importante para los subcontratistas que soportan una gran carga de mano de obra directa (BIS, 2013b). En muchas de estas empresas la mayor parte del dinero está destinado al pago de salarios, que no se puede aplazar. De hecho, hasta la década de los 90, en el sector de la construcción era habitual el pago semanal de salarios a los trabajadores, costumbre que se ha ido reduciendo pero que todavía se mantiene en algunas empresas de pequeño tamaño.

Una práctica universalmente extendida es que los subcontratistas no perciban el pago por parte de los contratistas generales hasta que éstos no han recibido el pago de los promotores. Además de los periodos, más o menos largos, establecidos en los contratos, los pagos a subcontratistas sufren a menudo un retraso considerable. Tales prácticas permiten a los contratistas financiar sus operaciones a costa de sus subcontratistas (Hinze & Tracey, 1994; Atkins, 1994). Estas prácticas son difíciles de cambiar, ya que parece poco probable que las principales empresas del sector se comprometan en la lucha contra la morosidad (Green & May, 2003).

También es verdad que el retraso en los pagos no siempre está provocado por los contratistas. Con frecuencia es causado por el incumplimiento en la ejecución de los trabajos por parte de uno de los subcontratistas, lo que provoca la retención del pago del promotor al contratista y de éste a todas sus subcontratistas (Atkins, 1994; Hinze & Tracey, 1994).

El comportamiento de pago de los clientes y los contratistas principales afecta al desempeño operativo de los subcontratistas. La morosidad reduce la liquidez de los contratistas y con ello se reduce la capacidad y la producción de la industria. Los subcontratistas se ven forzados a buscar apoyo financiero, que no siempre encuentran (Atkins, 1994; Oviedo-Haito et al., 2014).

Algunas empresas se ven obligadas incluso a renunciar a contratos de trabajo por no poder hacer frente a los largos plazos de pago establecidos (BIS, 2013b).

En época de recesión, cuando los contratistas no tienen una rentabilidad suficiente para volver a invertir en el negocio, las empresas sufren un agotamiento de su capacidad financiera (BIS, 2013b). En este escenario, conseguir financiación externa se vuelve complicado (Oviedo-Haito et al., 2014).

Los subcontratistas más pequeños, que puedan tener problemas de liquidez durante la ejecución, tienden a reducir los recursos en obra. Para que esto no perjudique el desarrollo de las obras, los contratistas principales establecen condiciones favorables de pago que les permita mantener su flujo de trabajo (BIS, 2013b).

Los costes de plazos de pago largos aumenta el coste final para el cliente. Los contratistas y subcontratistas aumentan los precios entre un 3% a un 4% para poder hacer frente al pago de comisiones bancarias por descuentos realizados para poder conseguir la liquidez necesaria (BIS, 2013b).

El deseo de lograr mejoras en el flujo de caja de algunas empresas, ha provocado que se eliminen los stocks o acopios de materiales, de forma que lo que anteriormente ha sido considerado como un artículo común estándar ahora se ofrece sobre una base de fabricación sobre pedido (Fearne & Fowler, 2006).

En España los problemas debidos a largos plazos de pago, especialmente a los subcontratistas, han sido, y siguen siendo, generalizados (Oviedo-Haito et al., 2014). Las empresas constructoras, en el año 2015, siguen teniendo establecidas formas de pago que elevan el plazo medio de pago en el sector construcción a 89,6 días fecha factura (CEPYME, 2015), siendo el plazo medio de pago de las empresas relacionadas con la construcción que cotizan en el IBEX 35 de 291 días (PMcM, 2016). Todo ello a pesar de que el plazo legal establecido es de 60 días después de la prestación de los servicios, no pudiendo este plazo ser ampliado por acuerdo entre las partes, Ley 15/2010 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2010). Sin embargo, hacer cumplir esta ley es complicado si cuando una empresa no acepta estas condiciones, hay otras muchas empresas que están dispuestas a hacerlo (Oviedo-Haito et al., 2014).

Los empresas subcontratistas tratan de evitar el pago mediante pagarés, ya que si los descuentan y al final el cliente no paga, el banco cargará el importe adeudado más los

intereses al subcontratista (Arditi & Chotibhongs, 2005). Hay que tener presente que la industria de la construcción tiene la reputación de tener uno de los más altos índices de insolvencia (Cox & Thompson, 1997), por lo que siempre se persigue reducir los riesgos comerciales asociados con la quiebra.

Una forma de reducir el riesgo de cobro en un proyecto es el pronto pago. En obras donde se realizan certificaciones periódicas, normalmente mensuales, y el plazo de cobro puede llegar a ser de 60 ó 90 días, incluso mayor, si se produce una insolvencia por parte del cliente dentro de este periodo se ven comprometidos todos los pagos pendientes. Si se establece un pronto pago, aunque se pacte un descuento, el riesgo de impago ante una posible insolvencia del cliente queda reducido solamente a los trabajos realizados durante el último mes.

Las retenciones.

La práctica de la retención consiste en retener un porcentaje del valor de la obra ejecutada con el fin de incentivar la terminación de los trabajos y la reparación de los defectos que pudieran surgir durante un plazo determinado en el que se debe garantizar los trabajos.

Las retenciones en el sector de la construcción van de un 3 al 5% del valor de la obra ejecutada. Las retenciones se suelen aplicar en cascada desde el contratista principal por toda la cadena de suministro. Práctica habitual es que la mitad de la retención se pague al finalizar los trabajos y la otra mitad se pague a los 6 meses³ después del final del período contratado como garantía (BIS, 2013b).

Las retenciones que se pagan al finalizar los trabajos pretenden cubrir el riesgo de insolvencia del subcontratista durante la ejecución de la obra. Las retenciones que se pagan al finalizar el periodo de garantía intentan cubrir el riesgo de defectos constructivos en la ejecución o los materiales empleados.

El problema de las retenciones radica en que provocan una reducción del flujo de efectivo disponible para las empresas, una fuente de riesgo en el cobro a acreedores, aumentando la incertidumbre, y una carga administrativa. La práctica de la retención limita el dinero disponible con el que las empresas se pueden financiar, lo que limita su expansión (BIS, 2013b).

³ Estos datos son del informe realizado en Gran Bretaña. Tanto el porcentaje de la retención como el periodo para la devolución varían según los países y según las empresas.

El valor de las retenciones, entre el 3 y el 5% supera el margen objetivo de un proyecto (BIS, 2013b), por lo que en la mayoría de los casos el dinero invertido en realizar los trabajos supera al dinero ingresado por su ejecución hasta el momento en que se ingresa la retención. Muchos subcontratistas esperan plazos de hasta un año para poder ingresar el margen obtenido en los trabajos.

Una forma de evitar las retenciones es mediante avales bancarios, con los que se consigue ingresar el dinero de las retenciones, pero causan un coste de mantenimiento que hay que pagar al banco.

¿Encontramos las disposiciones financieras entre las causas de problemas identificados por Vrijhoef (1998)? Directamente no, aunque sí que lo encontramos en los trabajos de Hinze y Tracey (1994) o de Arditi & Chotibhongs (2005). Puede que fueran causantes de forma indirecta de los retrasos en entregas, pero no eran causa directa de grandes problemas. Probablemente el incremento de los plazos de pago⁴, junto a los impagos y concursos de acreedores producidos por la crisis desde 2008, han provocado que las disposiciones financieras sean uno de los problemas que afectan a la cadena de suministro de la construcción que en décadas anteriores no le afectaban.

4.2.2 La selección de la cadena de suministro.

La selección de la cadena de suministro para un proyecto es clave para su desarrollo. En la selección debe haber un equilibrio entre competencia y cooperación como medio de desarrollo de las mejores soluciones de valor para el cliente. Este equilibrio actualmente no se produce (BIS, 2013b).

Generalmente la selección de los componentes de la cadena se realiza por criterios económicos, lo que es fuente de problemas durante el desarrollo del proyecto (Egan, 1998). Una de las cuestiones planteada por muchos autores es si la competencia de precios asegura el mejor valor o si se puede obtener un valor equivalente, o mayor, por otros medios.

⁴ El 29 de junio de 2000 fue aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo la Directiva 2000/35/CE/, para las medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales. El motivo de la promulgación fue que durante los últimos años se había producido un notable deterioro de las prácticas de pago en Europa.

El problema radica en la confusión entre menor coste de entrada para la ejecución de la construcción y mejor valor del proyecto (Egan, 1998; BIS, 2013b). Esta confusión es la que lleva a la utilización del método de licitación para la adjudicación de la obra a un contratista.

Algunos de estos autores defienden que la adquisición por valor, en lugar de centrarse en el precio más bajo, es el camino que facilita la innovación en la selección de los miembros del equipo que formará la cadena de suministro. Por lo tanto, las alternativas que se deben plantear tanto clientes como contratistas principales son: 1) las licitaciones buscando el precio más bajo, con márgenes negativos y una batalla de reclamaciones posteriores; o 2) el trabajo en colaboración con procesos Lean integrados (Wolstenholme et al., 2009).

Hay que tener presente que un método de selección basado en un enfoque de colaboración no significa que la disciplina de coste no sea alta, ya que los clientes exigen que los precios sean muy competitivos, independientemente del método de selección utilizado (BIS, 2013b).

Maximizar el valor y minimizar los residuos a nivel de proyecto resulta difícil en los casos en que la estructura contractual inhibe la coordinación, la cooperación y sofoca la innovación, y premia a los contratistas individuales tanto para la reserva de buenas ideas como para la optimización de su rendimiento a expensas de los demás (Matthews & Howell, 2005).

Encuestas realizadas muestran que tanto las relaciones establecidas mediante la repetición de las cadenas de suministro en diferentes proyectos como la pronta participación en los proyectos de los contratistas y sus cadenas de suministro son facilitadores de buenos resultados de proyecto (BIS, 2013b). Estas dos prácticas suelen estar asociados a reducidos niveles de la competencia.

Lo que parece claro es que los niveles muy altos de competencia en la selección de proveedores tienen un efecto negativo en las relaciones de la cadena de suministro (BIS, 2013b), es decir es un foco de problemas para el desarrollo del proyecto.

Retraso en la incorporación del contratista al proyecto.

El retraso en la incorporación del contratista al proyecto, ya sea con un compromiso formal o informal, supone la pérdida de la participación de la parte de la cadena de suministro que depende de este en el desarrollo de soluciones. El método de licitación en una sola etapa utilizado para diseñar y construir los proyectos limita la participación de parte de la cadena de suministro en el desarrollo de las primeras etapas del proyecto (BIS, 2013b).

La estimación del coste del proyecto es un área en la que surgen muchos problemas (Fulford & Standing, 2014). Una estimación incorrecta del coste en la fase de estudio del proyecto terminará provocando cambios y ajustes en el diseño y la ejecución, para reducir el coste hasta los valores requeridos. Una comunicación e integración temprana con el proveedor mejoran las estimaciones correctas de los costes.

Si se acepta que la incorporación de toda la cadena de suministro en el desarrollo de soluciones facilita la obtención de un mejor valor del proyecto, el problema o el reto a resolver es encontrar la forma justa y efectiva de que participe en las primeras fases del proyecto para ofrecer y desarrollar soluciones rentables.

La escasa repetición de las cadenas de suministro.

Para crear valor, la cadena de suministro de la construcción requiere de la repetición en varios proyectos. La forma efectiva de crear valor es incentivar mejoras reales en la producción a cambio de una perspectiva de oportunidades futuras. Si las empresas alinean objetivos a largo plazo, se crean relaciones de confianza entre los equipos (Wolstenholme et al., 2009). Sin embargo, las relaciones contractuales en la construcción se ven condicionadas por la escasa repetición y por la adquisición basada en un solo proyecto. La práctica más habitual es que las relaciones se establezcan proyecto a proyecto (Cox & Thompson, 1997)

Si los subcontratistas ya conocen, porque han colaborado en otros proyectos, a los miembros del equipo de dirección y a los otros subcontratistas que realizan trabajos en la obra, están más preparados, por la relación de confianza que ya hay establecida, para resolver los problemas entre ellos mismos. Esto permite rápidas resoluciones y menos presión sobre el jefe de obra del contratista principal (BIS, 2013b). El problema es que esta ventaja se pierde cuando las cadenas de suministro se forman para cada uno de los proyectos atendiendo exclusivamente a criterios económicos.

Algunos beneficios, que se pierden por no mantener los subcontratistas en varios proyectos, incluyen: la mejor y más rápida comunicación, más confianza, la curva de aprendizaje más corta, más rápida resolución de problemas, una mayor apertura y una mayor comprensión de las fortalezas y debilidades dentro del equipo (BIS, 2013b).

Los jefes de obra, conscientes de los problemas que acarrea contar con nuevos proveedores en cada proyecto, en no pocas ocasiones tratan de influir en la elección de los subcontratistas

para mantener la continuidad de los equipos de proyectos, pero también están sujetos a la disciplina de un mercado abierto y disputado (BIS, 2013b).

Sin embargo, incluso cuando se consigue la estabilidad de las cadenas de suministro, algunos casos revelan que los esfuerzos realizados por construir relaciones entre contratistas principales y subcontratistas durante años, son destruidas tan pronto como algo sale mal (Dainty et al., 2001a).

Así pues, el problema se debe a los altos niveles de competencia en la selección de proveedores, que tienen un efecto negativo en las relaciones establecidas en la cadena de suministro. El reto para la selección de la cadena de suministro es encontrar el equilibrio entre las ventajas que obtienen de su repetición en varios proyectos y los precios competitivos que se consiguen en una licitación.

La práctica de la selección de subcontratistas basada en el precio.

El problema que se crea cuando se seleccionan los subcontratistas por la competencia entre ellos es que se pierde la ayuda que pueden dar, con su nombre y experiencia, a los contratistas principales para elaborar sus ofertas. Los subcontratistas muestran una falta de incentivo para apoyar a un contratista principal en la preparación de una presentación de la oferta cuando se sabe que todos los paquetes de trabajo serán subastados en una nueva licitación una vez garantizada la ejecución de la obra por parte del contratista (BIS, 2013b). Solamente en los casos en que el subcontratista establece relaciones a largo plazo con el contratista, se advierte a este de problemas futuros, incluyendo estas contingencias en las ofertas (Oviedo-Haito et al., 2014).

Una solución aplicada por muchas empresas para evitar esta falta de incentivo es otorgar el derecho de tanteo al proveedor que ha colaborado en la presentación de la oferta. El derecho de tanteo otorga al subcontratista la capacidad de quedarse el contrato de los trabajos por el mejor precio ofertado por un tercero. El problema es la práctica habitual de buscar ofertas altamente competitivas que desafíen las presentadas por los proveedores preferidos, y obliguen a estos a rebajar sus precios (BIS, 2013b).

Sin embargo, los plazos de entrega ajustados con que se realizan los proyectos, especialmente el poco tiempo entre la adjudicación y el inicio de las obras, dificultan la licitación de trabajos para nuevos subcontratistas, lo que beneficia a los proveedores que han intervenido en la preparación de la oferta del contratista.

4.2.3 La gestión del diseño.

La gestión del diseño es crucial para un mejor desempeño de los proyectos. Esta gestión debe asegurar que el diseño tenga la calidad necesaria, que esté completo y sea edificable, permitiendo la contribución de los proveedores en el diseño y gestionando adecuadamente los cambios, para evitar los problemas creados por las interrupciones durante la ejecución (BIS, 2013b).

La calidad del diseño.

La mala calidad del diseño causa grandes pérdidas en la cadena de suministro del proyecto (Koskela, 1992). Los documentos del proyecto son a menudo insuficientes y las cuestiones difíciles de resolver no se detallan (Vrijhoef & Koskela, 2000).

Los plazos de entrega exigidos a los arquitectos o diseñadores y los niveles reducidos de honorarios profesionales que merman los recursos disponibles, afectan a la calidad y fiabilidad de los diseños. Son muchos los detalles que quedan sin resolver en los proyectos y necesitan ser resueltos en obra. La resolución más o menos efectiva de estos temas depende de la capacidad y la carga de trabajo del equipo de obra (BIS, 2013b).

Los problemas generados por la mala calidad del diseño son: soluciones no edificables y el retraso en la llegada de la información al responsable de ejecutar directamente los trabajos (BIS, 2013b).

La definición del alcance del proyecto es un área donde surgen muchos problemas, que con frecuencia conducen a proyectar con sobrecostos (Fulford & Standing, 2014). Porque si el diseño de un edificio crea un producto esencialmente caro y de largo plazo de ejecución respecto a los objetivos del cliente, será muy complicado que en la fase de ejecución se consiga adaptarlo a las expectativas y necesidades reales del cliente (Ortiz González, 2011).

El rendimiento de las cadenas de suministro se puede mejorar desde el diseño. Los diseñadores pueden seleccionar los materiales y componentes que están al alcance de ser fabricados e instalados por la cadena de suministro seleccionada para realizar el proyecto (O'Brien, 1999). El problema en la gestión del diseño es encontrar opciones de adquisición que estimulen una mayor inversión en el desarrollo del diseño.

La gestión de los cambios del cliente.

La posibilidad de introducir cambios en el proyecto durante la ejecución se considera normal en la industria de la construcción, a pesar de estar considerado por los integrantes de la cadena de suministro como una fuente importante de residuos, causa de incertidumbres y catalizador para una mayor fricción entre los oficios. Los estudios realizados concluyen que el volumen de cambios en los proyectos de construcción es elevado, lo que puede ser altamente perjudicial para el rendimiento del proyecto (BIS, 2013b).

Las variaciones del proyecto durante la fase de construcción, provocando la interrupción de la marcha de los trabajos, reducen la eficiencia, aumentan la carga de trabajo de gestión de la obra y crean incertidumbre en los pagos de los trabajos realizados no incluidos en la oferta de la obra. Las modificaciones en los proyectos, aunque estén bien administradas, siguen siendo un problema y causa de gastos innecesarios (BIS, 2013b).

Recibir la información necesaria para la ejecución a tiempo y con la calidad suficiente reduce el tiempo de ejecución de la obra y los sobrecostos. A pesar de la práctica común de incrementar los márgenes en la valoración de los cambios, no son pocos los contratistas y subcontratistas que prefieren que no se produzcan dichos cambios durante la ejecución. Los retrasos en la ejecución y los enfrentamientos entre las diferentes partes no compensan el incremento de margen que se consigue. La negociación de los nuevos precios produce interrupciones en el trabajo, incrementos importantes del volumen de mano de obra utilizado, y puede afectar a los demás subcontratistas de la cadena (BIS, 2013b).

La cadena de suministro no participa en las soluciones de diseño.

Normalmente en un proyecto de construcción, los arquitectos y los diseñadores no tienen conocimiento detallado de los aspectos técnicos, de materiales ni de los costes. La realización del diseño con anterioridad a la selección del contratista y de la cadena de suministro puede inducir a la adopción de soluciones conceptualmente más caras (Ortiz González, 2011)

Generalmente los subcontratistas no suelen participar en las fases previas a la construcción (Oviedo-Haito et al., 2014). El diseño está fijado mucho tiempo antes de que los actores de la cadena de suministro, constructora, subcontratistas y proveedores reciban la información sobre lo que tienen que realizar juntos. Lo más probable es que el diseño no esté adaptado para encajar en la cadena de suministro, pero en ese momento el tiempo para la ejecución ya

está muy ajustado, seguramente con las obras iniciadas, los actores no tienen más remedio que aceptar la situación (Olsson, 2000).

Incluso cuando los subcontratistas son consultados durante el proceso de diseño, no hay un compromiso hacia o desde ellos, ya que un número considerable de empresas que realizan los mismos trabajos están involucrados. El resultado es que cada uno de los contratistas intenta imponer su idea con la esperanza de tener ventaja competitiva durante el proceso de licitación al que se verán sometidos (Matthews & Howell, 2005).

El efecto de no aprovechamiento de la capacidad de los subcontratistas en el diseño es más acentuado que en el caso de los contratistas, por el hecho de que se incorporan al proyecto aún más tarde (Ortiz González, 2011).

Los problemas que se derivan de la no participación de la cadena de suministro en las soluciones de diseño son: la duplicidad de esfuerzos, se pierden ideas de ingeniería de valor, se cometen errores de coordinación, diseños no ejecutables y un gran número de cambios durante la ejecución de las obras (BIS, 2013b).

Cuando los contratistas o subcontratistas comienzan su trabajo, su primera tarea es comprobar la viabilidad de los diseños. La detección de partes del diseño que no son realizables puede traer consecuencias como (Ortiz González, 2011):

- Retrasos por necesidad de rediseño.
- Sobrecoste respecto a lo presupuestado.
- Roces entre los miembros del equipo de proyecto.

Como es tradicional que esto pase, se considera una situación normal. Para evitarlo, la comunicación en las primeras etapas del proyecto entre los diseñadores y los fabricantes de materiales de construcción y los subcontratistas debe ser alentada, gestionada y controlada (Olsson, 2000).

Es probable que los diseños realizados con las aportaciones de los contratistas, con el acceso al conocimiento de las soluciones adecuadas, sean más rentables. El reto es encontrar los medios justos y efectivos para que los equipos de los contratistas participen en el desarrollo de soluciones rentables sin que se pierda la competencia del libre mercado (BIS, 2013b).

Falta de incentivo para contribuir.

Para incentivar la contribución de toda la cadena de suministro es necesario permitir los flujos de información entre las primeras etapas de los proyectos y los diferentes actores de la cadena (Olsson, 2000).

Los subcontratistas especializados a menudo evitan prestar asistencia técnica en la fase de diseño, ya que no se les garantiza la adjudicación del trabajo. Estas empresas tienen que someterse a un proceso de licitación que a menudo es ganado por el precio más bajo de otras empresas (BIS, 2013b).

Algunos arquitectos o diseñadores acuden directamente a fabricantes o instaladores de productos para recibir asesoramiento durante la fase de preparación del proyecto. Como compensación al trabajo de colaboración se introduce la marca o sistema constructivo específico de este fabricante en las condiciones contractuales del proyecto, de forma que se obliga al contratista a trabajar con las subcontratas que han colaborado con el diseñador. Esta práctica puede llegar a ser peligrosa si se utiliza indiscriminadamente ya que encarece la ejecución final, perjudicando al cliente.

4.2.4 La gestión del equipo o Management.

La efectividad del equipo de dirección de obra tiene un alto impacto en el desarrollo del proyecto ya que la mayor parte de la integración y coordinación de la cadena de suministro es realizada por él. Las habilidades sociales de los equipos de gestión de los sitios son especialmente importantes en la creación de un equipo eficaz y coherente (BIS, 2013b). La capacidad y la carga de trabajo del jefe de obra que encabece este equipo marcarán la gestión efectiva de la obra.

Las relaciones de equipo.

Los comportamientos dentro de los equipos son una fuente de problemas en los proyectos. De hecho, la complejidad de la cadena de suministro requiere de un alto nivel de colaboración informal que no es posible sin comportamientos adecuados.

Una de las claves para mejorar el rendimiento en la ejecución de la obra es la buena relación de equipo y la comunicación, para lo que es importante la calidad del director del proyecto y el jefe de obra. Un gestor ideal de proyectos es una persona con un alto nivel de habilidades de gestión, blandas y duras, y un conocimiento del proceso de construcción derivado de la

experiencia práctica obtenida en anteriores proyectos. Las “habilidades blandas” como la confianza, la comprensión, la escucha, la toma firme pero justa de decisiones, son atributos muy importantes para el equipo de dirección de los trabajos en la obra (BIS, 2013b).

El problema es que el conocimiento y aplicación de las técnicas de gestión, por parte del personal que dirige las obras es un campo que todavía cuenta con mucho margen de mejora, que permitiría conseguir un incremento de rendimiento y productividad en el sector.

La influencia de la administración de la obra en los resultados comerciales.

La construcción, al fin y al cabo, es un negocio de personas. A la hora de valorar los trabajos, muchos subcontratistas también valoran el equipo de dirección de las obras. Si se conoce al director y al jefe de obras, porque se ha colaborado con ellos en proyectos anteriores, y hay una confianza en ellos, los proveedores ajustan más los precios para que les adjudiquen los trabajos. Por el contrario, si no confían en el director del proyecto muchos subcontratistas añaden un prima con el objeto de evitar ganar la adjudicación del trabajo (BIS, 2013b).

Los jefes de obra de los contratistas, responsables de gestionar los pagos durante los proyectos, son vistos por lo subcontratistas como arrogantes, y son acusados de actuar agresivamente hacia los subcontratistas y proveedores, además de excluirles de una participación temprana en los proyectos (Dainty et al., 2001a)

El problema de la comunicación.

Históricamente, la falta de coordinación y comunicación entre las partes involucradas son vistos como algunas de las razones del pobre rendimiento de la cadena de suministro en la industria de la construcción (DISR, 1999; Love et al., 2004). En los últimos años estos problemas no han sido resueltos.

Un estudio realizado por Josephson y Hammarlund concluye que la mayoría de las causas de defectos en la construcción están relacionadas con diversas formas de ambigüedad, como la ambigüedad de los deseos del cliente, la ambigüedad de la estructura organizativa y las responsabilidades, y la ambigüedad en los proyectos (Josephson & Hammarlund, 1999). La ambigüedad se debe generalmente a una mala comunicación.

Dentro de un sistema social como es una organización, los actores son individuos que continuamente entran en compromisos hacia los demás, y optan por cumplir con los compromisos, en el contexto de las normas y valores compartidos, y las nociones de autoridad

y responsabilidad. Por lo tanto, básicamente, los procesos de negocio son secuencias de compromisos entre actores sociales o individuos autorizados y responsables. De la misma forma que una organización empresarial, una cadena de suministro de la construcción puede ser entendida como una red de compromisos, que derivan de las sucesivas acciones de conversación. Las conversaciones y compromisos están en fases críticas de la cadena de suministro de la construcción como son el diseño, la adquisición de materiales, la logística y la coordinación en obra. Investigaciones realizadas apoyan la idea de que una gran parte de los problemas de la cadena de suministro de la construcción son causados por una mala articulación y activación de los compromisos (Vrijhoef et al., 2001).

Con el fin de optimizar las actividades en las cadenas de suministro, o tratando de reducir las que no añaden valor, los actores de la cadena de suministro deben saber lo que en conjunto se espera que hagan. En un negocio descentralizado, basado en proyectos, como es el de la industria de la construcción normalmente no es así. Las expectativas a menudo ni se expresan ni se comunican (Olsson, 2000).

La forma en que los arquitectos e ingenieros proporcionan su información de diseño a los demás participantes en el proceso de construcción obstaculiza el trabajo (Bertelsen & Nielsen, 1997). Los formatos utilizados, no editables, imposibilitan trabajar con ellos. Las cadenas de suministro necesitan esta información para especificar y gestionar las unidades de obra.

En no pocos casos, cambios realizados durante la ejecución de las obras, que son comunicados por la dirección de obra al encargado o jefe de obras, no llegan hasta los operarios o a las subcontratas encargadas de realizar los trabajos. Los documentos de proyecto que se actualizan no fluyen adecuadamente por todos los eslabones de la cadena de suministro.

A pie de obra, la buena comunicación es también fundamental para el desempeño eficaz de la cadena de suministro. La capacidad del equipo de gestión en la obra para combinar el conocimiento, la experiencia y las habilidades sociales es especialmente importante en la creación de un equipo eficaz y coherente. Unas relaciones de equipo fuertes tienen un gran impacto positivo en el rendimiento. Un buen gestor de proyectos y un buen espíritu de equipo generan mayores niveles de esfuerzo y compromiso sobre los proyectos en ejecución y sobre el interés y los precios de futuros proyectos (BIS, 2013b). La confianza entre los miembros de una cadena de suministro mejora la comunicación entre ellos.

Las largas cadenas de suministro, con varios niveles de subcontratistas, generalmente con un trato débil entre los niveles que no tienen relaciones contractuales directas, dificultan la comunicación. Un contratista principal no tiene relación contractual con subcontratistas de segundo o tercer nivel, solamente la tiene con sus subcontratistas directos, y normalmente no se produce una comunicación directa con los subcontratistas de estos niveles inferiores. Esta falta de comunicación no permite al contratista detectar los conflictos que pueden estar produciéndose entre los diferentes niveles de subcontratistas. Las largas cadenas dificultan la comunicación de los cambios o instrucciones, especialmente en la fase de ejecución de las obras (Tam et al., 2011; Choudhry et al., 2012).

En definitiva, no estamos ante un problema nuevo. Estudios realizados algunos años antes ya identificaron la falta de información entre las partes y la inadecuada gestión de los conocimientos por parte de los contratistas principales, como fuentes de problemas (Dainty et al., 2001a)

La administración del programa.

Los cambios en la programación de los proyectos de construcción, tanto en plazo como en alcance, ocurren comúnmente incluso en proyectos bien dirigidos (O'Brien, 1999). Por ello una buena programación de la obra, fundamental para coordinar los trabajos de múltiples subcontratas, evita las pérdidas de tiempos de espera, con lo que los equipos de trabajo obtienen mejores rendimientos, y se obtienen buenas relaciones entre los participantes, mostrándose más participes a la hora de solucionar problemas que aparecen durante la ejecución.

El problema que genera la producción de edificios, generalmente diferentes o de carácter único, es que la configuración de los flujos de actividades que se producen tiene que ser diseñada específicamente. De esta forma aparecen actividades en el flujo que son difíciles de controlar debido a la novedad, lo que provoca que sea propenso a cometer errores. Además, la coordinación del proyecto se ve obstaculizada por la incertidumbre en la duración y las características desconocidas de las actividades (Koskela, 1992). La gestión del tiempo, la adecuada magnitud y ubicación de buffers de tiempo, permite cumplir los objetivos al conjunto de la cadena de suministro (O'Brien, 1999).

La gran cantidad de proveedores que se ven involucrados en una obra de construcción provoca un impacto potencial de las variaciones y los problemas que inevitablemente

aparecen en las obras. La capacidad de programar los trabajos por parte del jefe de obra es fundamental para optimizar el uso de los recursos de los subcontratistas, incidiendo en el rendimiento y la eliminación eficaz de residuos (BIS, 2013b).

Para el subcontratista el acceso a su área de trabajo, sin que se produzcan interrupciones, aumenta su rendimiento y rentabilidad. Para conseguirlo es fundamental la experiencia del equipo de gestión de la obra en la coordinación de los diferentes trabajos, junto con la capacidad de los subcontratistas de colaborar y anticipar los problemas (BIS, 2013b).

Cuando se adjudican las obras a un contratista, los plazos que se establecen para su inicio suelen ser excesivamente ajustados. La selección de subcontratistas, la petición de ofertas y las negociaciones requieren de un tiempo del que no siempre se dispone (Oviedo-Haito et al., 2014). Por ello es habitual el inicio de obras con gran parte de los subcontratistas todavía por definir, lo que dificulta la programación de los trabajos. La consecuencia es que la programación del proyecto no se negocia, sino más bien la impone el contratista y el subcontratista debe adaptarse (Eom et al., 2008).

Las causas de los problemas con la planificación de la cadena de suministro suelen ser (Ortiz González, 2011):

- Los subcontratistas no suelen participar en la planificación.
- Se programan actividades sin tener certeza de que todas las restricciones están resueltas.
- Los ejecutores de distintas fases de la obra no se coordinan correctamente.

En los proyectos de construcción no suele haber ningún esfuerzo formal para vincular el sistema de planificación de los distintos subcontratistas, o para formar compromisos mutuos o expectativas entre ellos (Matthews & Howell, 2005).

El tipo de relaciones que se producen en las cadenas de suministro de la construcción que más problemas crean son las de interdependencia recíproca, para las que una mejor planificación es la base para conseguir una mejora del rendimiento (Bankvall et al., 2010).

Hay que tener presente que los recursos disponibles en una obra de construcción no siempre dependen del responsable de la obra. La volatilidad del flujo de trabajo que experimentan las empresas a través de todos sus proyectos provoca, en ocasiones, la sobreasignación de recursos, para mantener a todos los empleados activos (Fearne & Fowler, 2006). De la misma

forma puede darse una falta de personal por necesidades de la empresa en otras obras. Estas fluctuaciones modifican la programación de las obras y afectan a la cadena de suministros.

4.2.5 La determinación de los precios.

Un aspecto clave para el desarrollo de la industria de la construcción es la rentabilidad. Las condiciones de contratación que imponen los clientes en un mercado en época de crisis pueden llevar a precios poco realistas, que merman la rentabilidad hasta niveles que pueden ser insostenibles. Este problema debería resolverse reforzando otros criterios de contratación para que haya menos dependencia de los precios altamente competitivos, o en definitiva tratar de reducir costes en lugar de simplemente reducir precios (BIS, 2013b).

El problema es que el método seguido por promotores y contratistas para adjudicar los contratos se basa principalmente en el precio (Egan, 1998; Oviedo-Haito et al., 2014), por lo tanto los problemas relacionados con la determinación de los precios influyen de forma notable en el sector.

El principal problema que se crea en la cadena de suministro de la construcción relacionado con los precios es la complejidad que se suele alcanzar en cadenas de suministro con numerosos niveles de subcontratación. Los excesivos niveles se deben a la existencia de intermediarios que no realizan trabajos directamente, estos se encuentran principalmente en el segundo nivel de la cadena de suministro. El problema se genera con la duplicidad de múltiples capas de ganancias, gastos generales y valoración del riesgo, lo que representa un fuerte coste y una fuente de residuos que no agregan valor (BIS, 2013b).

Precios especulativos o irreales.

Los principales determinantes de los precios especulativos o irreales son: el afán de trabajar con un cliente, los niveles generales de demanda y la confianza en función del director del proyecto.

El afán de trabajar con un cliente, con el objetivo de atraerle como fuente de trabajo futuro, junto con la necesidad de mantener una continuidad que permita absorber los gastos generales de la empresa, son los determinantes más fuertes del nivel de precios. El ajuste de precios con el fin de acceder a un trabajo que permita establecer relaciones se da tanto a nivel de contratistas como de cliente final (BIS, 2013b).

El nivel de carga o disponibilidad de trabajo es un factor importante que influye en la fijación de precios (BIS, 2013b). Las empresas se ven obligadas a realizar trabajos a pesar de saber de antemano que no van a obtener beneficios, solamente para mantener la actividad empresarial. En estos casos el objetivo es cubrir los gastos generales que se ocasionan por mantener activa la empresa. Cuando el trabajo es escaso los precios se ajustan y los clientes son los claros beneficiados de precios muy competitivos. Estas prácticas ocasionan que las partidas subcontratadas se sometan a fuertes licitaciones que erosionan las relaciones entre contratista y subcontratista, mermando las posibilidades de cooperaciones futuras (Atkins, 1994).

En épocas de crisis, la valoración del factor de riesgo, que influye en la fijación de los precios, suele eliminarse para hacer ofertas más competitivas (BIS, 2013b). Por el contrario, cuando aumenta la carga de trabajo los proveedores vuelven a valorar los riesgos de forma más comercial.

En las relaciones basadas en la desconfianza, en las que la gestión de riesgos se fundamenta en la transferencia y la aceptación de los mismos, se produce un incremento de las reservas de contingencias mediante el incremento de los precios, lo que provoca un sobrecoste mayor para el proyecto (Ortiz González, 2011).

Si la determinación de los precios depende de estos factores, se puede concluir que fijar precios es una cuestión de criterio tomado caso a caso, según el cliente o el momento, y basado fundamentalmente en la experiencia (BIS, 2013b).

Los ajustes de precios debidos a estos tres factores (conseguir relaciones con clientes, aumentar la carga de trabajo y reducción del factor de riesgo), suponen un problema para los clientes y contratistas principales si no se valoran y gestionan adecuadamente. Cuando las condiciones de mercado cambian estos ajustes desaparecen y los precios se incrementan. Este incremento de precios ocasiona un aumento en el coste de ejecución de los proyectos, lo que lleva al incumplimiento de los objetivos previstos en los estudios de viabilidad iniciales (BIS, 2013b).

La calidad de la información sobre el proyecto con la que se cuenta a la hora de estimar los precios, tiene influencia en la fijación de precios y el riesgo asociado. Las descripciones de los trabajos que se realizan en los proyectos suelen ser demasiado ambiguas, lo que aumenta la incertidumbre y provoca un incremento de precios (BIS, 2013b).

Establecer precios unitarios para unidades de obra cuya medición posteriormente se ve reducida o con condiciones de trabajo que no están suficientemente definidas, son factores que deben considerarse (BIS, 2013b). Esto es causa de problemas entre cliente y contratista y entre éste y sus subcontratistas. La fijación de precios no lineales, en la que los precios unitarios ofrecidos al comprador se establecen en función de la cantidad adquirida, es una forma de reducir la incertidumbre en la fijación de los precios (O'Brien, 1999).

Sin embargo, sigue siendo muy habitual que la constructora, contratista, pague un precio fijo por cada unidad sin tener en cuenta la incertidumbre en su demanda. Es decir durante la obra se realizarán cambios en los plazos y alcances inicialmente fijados, pero el precio fijado para realizarlos permanecerá fijo. Una mejor práctica es implementar contratos que especifiquen una base equitativa para pagar por los costes reales de los cambios, mejorando de esta forma la confianza y el intercambio de información entre las empresas (O'Brien, 1999).

Mejorar la comprensión de los costes de producción y las capacidades, en particular las capacidades de gestionar los recursos en los proyectos que sufren cambios en los tiempos y alcances, ofrece oportunidades de mejora para los subcontratistas y proveedores, permitiendo un mejor diseño de las cadenas de suministro (O'Brien, 1999).

La conclusión podría ser que establecer niveles de precios realistas es un factor positivo en el desempeño del proyecto.

4.2.6 La fragmentación de la cadena de suministro.

El problema que genera la falta de actitudes que fomenten la integración de la cadena de suministro es que se pierde la posibilidad de reducir el coste y eliminar residuos en los proyectos de construcción (BIS, 2013b).

Los procedimientos actuales de licitación y la forma de realizar los contratos impiden la colaboración (Schöttle & Gehbauer, 2013). De esta forma cada subcontratista lucha por optimizar su actuación en el proyecto, porque nadie va a velar por sus intereses (Matthews & Howell, 2005).

¿Qué pasaría si todos los miembros del equipo de diseño de un proyecto de construcción compartieran por completo la responsabilidad para todo el proyecto y se decidiera corregir los problemas que aparecen sin tener en cuenta quién va a pagar por ello? ¿Qué pasaría si todas las entidades de diseño y construcción de un proyecto se organizaran de tal forma que

funcionaran como si fueran una sola compañía con un único objetivo? (Matthews & Howell, 2005)

Una mayor integración de la cadena de suministro está considerada un medio eficaz para reducir costes y eliminar actividades que no crean valor. La integración se consigue mediante una mejor coordinación que permita reducir la duplicidad de actividades y aumente el intercambio y la utilización eficaz de los recursos. Una integración vertical de la cadena de suministro puede eliminar costes de gestión y gastos generales de los costes del proyecto (BIS, 2013b).

La falta de integración crea problemas de coordinación y utilización eficaz de los recursos, eleva los niveles de subcontratación y los costes debidos a la transferencia de riesgos.

Los errores en la gestión de los recursos del proyecto.

Los errores de coordinación y la utilización ineficaz de los recursos del proyecto aumentan los costes y merman la productividad de las cadenas de suministro de la construcción.

Es destacable el hecho de que las empresas contratistas que cuentan con mayor mano de obra directa obtienen una mejor calidad en el trabajo y mejora en las comunicaciones en obra. Sin embargo, como esta mano de obra limita la flexibilidad de la empresa para realizar ofertas en situaciones competitivas (BIS, 2013b), el factor de incremento de calidad parece no tener suficiente peso.

El alcance de la subcontratación.

Es habitual que los proyectos de construcción cuenten con un gran número de proveedores de nivel 2 subcontratados por el contratista principal. Sin embargo, la mayoría de los trabajos en las obras de construcción son realizados por personal que trabajan en empresas que se encuentran en el tercer nivel de subcontratación. Esto significa que en la mayoría de las actividades de construcción hay dos niveles de actividad de gestión, compras, etc., (BIS, 2013b).

La cantidad de niveles de subcontratación genera problemas en la cadena de suministro de un proyecto de construcción. Uno de los problemas es debido a la duplicidad que se crea en la gestión, ya que estas actividades de gestión duplicadas no crean valor. Otro problema es la dificultad para coordinar las actividades en la obra, lo que tiene una gran influencia en el rendimiento (BIS, 2013b).

Los costes de la transferencia de riesgos.

Los riesgos transferidos en la cadena de suministro de la construcción suelen incluir aspectos como el cumplimiento de la planificación, cumplimiento de la normativa y el coste. Esta transferencia de riesgos funciona bien para el cliente, sin embargo con el tiempo los costes globales que supone para la industria llevan asociados potenciales aumentos en el coste de los proyectos (BIS, 2013b).

La Tabla 4 es un resumen de los problemas en la cadena de suministro y las prácticas que los generan vistos en este punto 4.2.

PROBLEMAS

	Seguridad de pago.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En época de crisis evitar impagos se convierte en un objetivo prioritario. ✓ La falta de certeza en el pago crea inseguridad y reacciones negativas. ✓ La valoración de los cambios realizados suele conllevar inseguridad en el pago.
Las disposiciones financieras.	Retraso en el pago.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se reduce la capacidad financiera de las empresas para acometer nuevos proyectos. ✓ Crea grandes problemas a las empresas con grandes cargas de mano de obra. ✓ Las empresas necesitan financiación externa, que no es fácil de conseguir en épocas de crisis. ✓ La financiación externa necesaria se repercute en el precio o reduce el margen de beneficios. ✓ Se eliminan los acopios de materiales para mejorar los flujos de caja.
	Retenciones.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Provocan reducción del flujo de efectivo en las empresas. ✓ Se sustituyen por avales bancarios que suponen un coste añadido.
	Retraso en la incorporación del contratista al proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El contratista no aporta soluciones en las primeras fases del proyecto, la aparición de estos problemas en fases avanzadas del proyecto incrementa el coste de solucionarlos.
La selección de la cadena de suministro	Escasa repetición de las cadenas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Escasa motivación de los integrantes de la cadena por falta de oportunidades futuras. ✓ Escasas relaciones de confianza que incrementan la colaboración en la solución de problemas. ✓ Imposibilidad de acortar las curvas de aprendizaje dentro de las cadenas de suministro.
	Selección basada en el precio.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se pierde la colaboración, guardando contingencias conocidas que permitan obtener ventaja en la licitación.
	Deficiente calidad del diseño.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las soluciones no son edificables. ✓ La información llega con retraso al responsable de ejecutarla. ✓ Las soluciones de diseño están fuera del alcance de la cadena de suministro que realiza el proyecto. ✓ El diseño no cumple el alcance del proyecto, lo que genera cambios durante la obra cuya resolución es complicada en fase de construcción.
La gestión del diseño	La gestión de los cambios del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El gran volumen de cambios que se producen en la construcción provoca residuos, incertidumbre y fricciones en la cadena de suministro. ✓ La valoración económica de los cambios provoca enfrentamientos.
	La cadena de suministro no participa en las soluciones de diseño.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La falta de conocimiento de los diseñadores de soluciones especiales provoca indefiniciones en el diseño. ✓ Las soluciones de diseño no encajan en lo que la cadena de suministro puede realizar. ✓ Se pierden ideas de valor, que llegan en fases que ya no es posible adoptarlas.
	La falta de incentivo para contribuir.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No se crean incentivos suficientes que estimulen la contribución de los miembros de la cadena en las fases de diseño.

	Pobres relaciones de equipo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los comportamientos de los componentes del equipo son fuente de problemas . ✓ Los gestores del proyecto no conocen ni aplican técnicas de gestión adecuadas, y no contribuyen a aumentar los niveles de esfuerzo y compromiso de los integrantes de la cadena.
La gestión del equipo.	La influencia de los administradores de la obra en los resultados comerciales.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los subcontratistas se comportan en función de la confianza que tienen en los gestores del proyecto.
	Deficiente comunicación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los actores de la cadena de suministro no saben lo que se espera que hagan. ✓ Deficiente comunicación entre empresas debido a las largas cadenas de suministro con varios niveles de subcontratación.
	Las administración del programa.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los errores de programación afectan a toda la cadena. ✓ La escasez de recursos en la obra provocan retrasos que afectan a toda la cadena.
La determinación de los precios	Precios especulativos o irrealistas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El factor riesgo en el precio se reduce por el afán de trabajar con un cliente. ✓ El factor riesgo en el precio se reduce para conseguir carga de trabajo que permita la continuidad de la empresa. ✓ El nivel de confianza en las relaciones afecta al nivel de riesgo considerado en el precio. ✓ La calidad de información del proyecto influye en la fijación de precios. ✓ Los precios lineales crean problemas cuando se producen cambios en las cantidades a ejecutar.
	Los errores en la gestión de los recursos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Errores de coordinación aumentan los costes. ✓ Utilización ineficaz de los recursos del proyecto merman la productividad.
La fragmentación de la cadena de suministro	El alcance de la subcontratación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mayoría de trabajo se realiza por empresas que se encuentran en el tercer nivel de subcontratación. Hay dos niveles que solamente realizan trabajos de gestión que si se duplican no crean valor. ✓ Los elevados niveles de subcontratación dificulta la gestión en la obra.
	Los costes de la transferencia de riesgos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La transferencia de riesgos con el tiempo se repercute en los precios, lo que supone un aumento del coste de los proyectos.

Tabla 4 Los problemas en la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

5 CAUSAS DE LOS PROBLEMAS.

We cannot improve what we don't understand... (Howell, 1999)

El objetivo de este capítulo es analizar qué causa los problemas en la cadena de suministro de la construcción y se desarrolla en nueve partes. Se tratan los siguientes temas: las características del sector construcción que son fuente de problemas; las características de la construcción como actividad; la configuración de la cadena de suministro en la construcción; la forma de iniciar la producción; los métodos de entrega de proyectos; los tipos de contratos; los métodos de compra; las relaciones; y las tipologías de organización económica.

Las causas del carácter problemático de la construcción parecen encontrarse en la naturaleza misma del producto, en el tipo de producción por proyectos, y en la industria en su conjunto (Vrijhoef & Koskela, 2005). La Fig. 22 representa como las características a nivel de producto y a nivel de industria se relacionan e influyen en la producción.

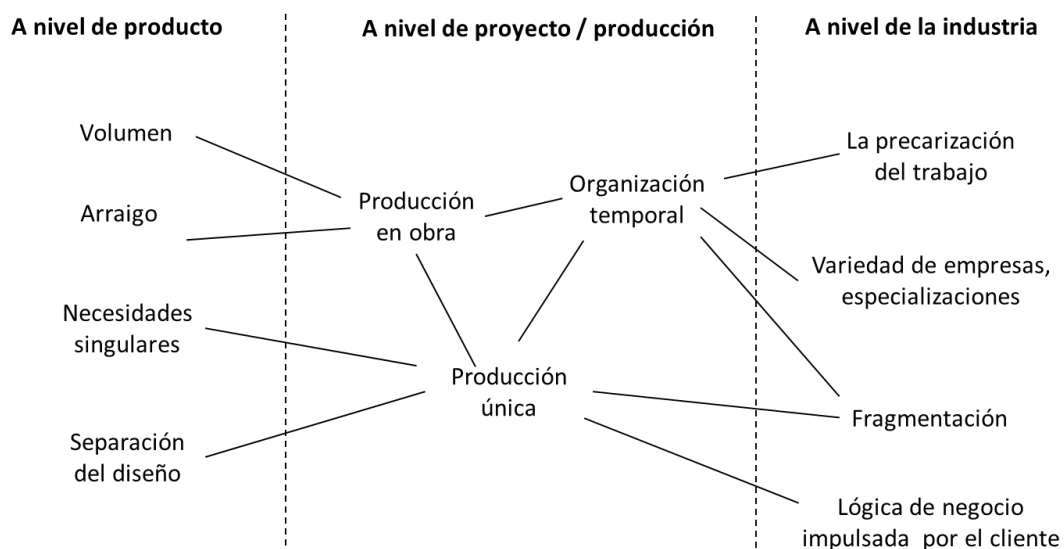


Fig. 22 Características de la construcción a nivel de producto, producción e industria.

Fuente: Vrijhoef R. ,(2011) adaptado de Vrijhoef & Koskela,(2005).

La eliminación de una de estas peculiaridades no necesariamente soluciona el problema por sí sola, es necesario un enfoque más amplio (Koskela, 2003). Además, esta relación de interdependencia contribuye a la dificultad para reducir cualquier peculiaridad y por lo tanto a la persistencia del carácter problemático de la construcción (Vrijhoef & Koskela, 2005).

La industria de la construcción sirve a todos los sectores de la economía y a una amplia gama de tipos de clientes, desde personas con una necesidad ocasional de reparaciones en su vivienda, hasta las grandes multinacionales que requieren grandes proyectos que son reproducidos en todo el mundo. Sus necesidades son diferentes y por lo tanto diferentes tipos de procesos de adquisición deben estar disponibles para satisfacer sus necesidades (Atkins, 1994). Peculiaridades como la discontinuidad de la demanda y el tamaño de los proyectos pueden dar lugar a todo tipo de efectos a nivel de producción (Vrijhoef & Koskela, 2005).

En comparación con la mayoría de industrias, en la construcción el volumen y la repetición de los proyectos y productos es extremadamente baja (Vrijhoef & Koskela, 2005). La gran mayoría de clientes son personas y empresas que necesitan desarrollar, una sola vez, un proyecto de construcción, y además carecen de experiencia. Por lo tanto, sus necesidades y la forma de enfocar el proyecto son muy diferentes de las que requieren los clientes profesionales (Atkins, 1994).

Los diferentes tipos de clientes y sus necesidades, condicionan la forma de enfocar los proyectos y la formación de las cadenas de suministro. Los clientes escogen la forma de iniciar la producción, el método de entrega utilizado, el método de remuneración o la forma de realizar las compras o contrataciones. El modo como se realicen termina estableciendo sus obligaciones y responsabilidades.

La filosofía tradicional de gestión de proyectos en construcción se basa en un conjunto de actividades dirigidas a conversiones de entradas y salidas. Esto es consecuencia del método tradicional de estimación de costes que divide el edificio en sus elementos constructivos, y para cada elemento, se estiman los costes de materiales y mano de obra necesaria. De esta forma se asume que el proceso de producción total está compuesto de un conjunto de subprocesos que se convierten en entradas y salidas, que se pueden realizar y se analizan de forma aislada (Koskela, 1992). Esta filosofía de gestión de los proyectos condiciona el tipo de cadena de suministro que se crea.

La fragmentación de la cadena de suministro, el gran número de pymes, la gestión dispar que se realiza de los procesos, la información no normalizada, la separación entre diseño y construcción, el método de entrega de diseño-licitación-construcción, la selección por precios y los contratos transaccionales (Fulford & Standing, 2014) son características de la industria de la construcción que causan un efecto negativo sobre los proyectos (Schöttle et al., 2014).

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.

La industria de la construcción se caracteriza por la fragmentación, los problemas de calidad, la separación entre diseño y producción, la subcontratación, por estar basada en pymes, por su volatilidad, el carácter cíclico y el elevado impacto sobre otros sectores. Vamos a ver en qué consisten estas particularidades. También veremos cómo está la industria de la construcción a nivel europeo, ya que la normativa común y la libre circulación de trabajadores están provocando una industria europea cada vez más homogénea.

5.1.1 La fragmentación.

La industria de la construcción ha sido reconocida por tener problemas en su estructura, en particular con la fragmentación, que ha dado lugar a una baja productividad (Latham , 1994).

La fragmentación ha producido un mercado de oferta diversa a la que los clientes pueden acceder. Existen un gran número de proveedores con los que cualquier empresa puede contratar, desde pequeños contratistas especializados a grandes empresas que entregan soluciones completas (Cox & Ireland, 2001).

La causa de que la industria de la construcción esté muy fragmentada es la diversidad de tecnología, clientes, proyectos y sectores del mercado (Atkins, 1994).

La naturaleza altamente fragmentada dificulta la inversión y mejoras en formación, investigación y comercialización (COM, 2012); impide el desarrollo de estándares e inhibe el intercambio de información (Atkins, 1994); y dificulta la continuidad de los equipos de proyecto a proyecto (Egan, 1998).

Además muchas pequeñas empresas tienen capacidades técnicas y de gestión inadecuadas. Estas deficiencias son difíciles de resolver a nivel de microempresas, pero la situación se puede mejorar creando vínculos informales o formales entre ellas y con los principales contratistas de las que dependen (Atkins, 1994).

Pero no todos los autores han considerado la fragmentación como un aspecto negativo. Si consideramos que el alto grado de fragmentación es debido a la especialización, es un atributo positivo de la industria. Además de proporcionarle la flexibilidad que permite adaptarse a las diferentes cargas de trabajo (Egan, 1998).

5.1.2 El problema de la calidad.

El principal problema que sufre la industria de la construcción, desde el punto de vista de los clientes, son las entregas de proyectos insatisfactorios. Esta insatisfacción se debe a la baja calidad, los altos costes y el retraso en la entrega (Egan, 1998; Cox & Ireland, 2001).

La calidad del producto o servicio que se realiza es una condición imprescindible para el desarrollo con éxito de cualquier actividad productiva, sin embargo es una condición muy descuidada por la mayoría de las pymes constructoras (Domínguez, 2004).

La falta de calidad ha sido considerada un problema básico de la industria de la construcción. Los defectos de diseño o fabricación, hasta un cierto punto son problemas inevitables debido a las características de la construcción, pero muchos son consecuencia de la atención que se presta a los detalles, de la mala supervisión y la falta de control, o de la insuficiente definición de las necesidades de los clientes (Atkins, 1994). Autores como McGeorge y Palmer, (1997) llaman a la mala calidad el problema endémico de la industria de la construcción (Vrijhoef R. , 1998). Lo cierto es que los objetivos de la construcción se centran más en conseguir cumplir los plazos y la rentabilidad que en la calidad (Tukel & Rom, 1998; Lai & Cheng, 2003).

Además, la innovación en el sector construcción, que podría ser un camino para mejorar la calidad, se produce a un ritmo inferior al de otros sectores. El problema no es que no haya innovación, que sí que la hay, sino que en comparación con la evolución de otras industrias se produce una sensación de retroceso (Winch, 1998). Las causas de la lentitud en la tasa de innovación en el sector son: la incertidumbre y la volatilidad de los mercados, las actitudes de gestión a corto plazo, la baja rentabilidad y el gran número de empresas muy pequeñas (Atkins, 1994). También es un problema el hecho de que la inversión en tecnología en la industria de la construcción esté por detrás de muchos otros sectores como el de la electrónica para el hogar o la industria del automóvil (Lönngren et al., 2010).

Pero, realmente ¿qué tiene que ver la cadena de suministro con la calidad en la construcción?

Debido al gran número de proveedores que intervienen en una obra de construcción, éstos tienen una gran influencia en la calidad que los contratistas ofrecen (Proverbs & Holt, 2000). Además, la subcontratación de varios niveles hace que la gestión de la calidad sea más difícil, debido a que en todos los niveles se absorben ganancias (Choudhry et al., 2012). Con ello parece quedar clara la importancia de la cadena de suministro para la mejora de la calidad.

Existe una carencia de personal formado en ejecución de obras (Egan, 1998; Domínguez, 2004). Para mejorar la calidad, la productividad y la relación calidad-precio, la industria de la construcción debe atraer y retener a las personas competentes. El reclutamiento de jóvenes cualificados en el sector de la construcción será un problema cada vez mayor, sobre todo para los trabajos en obra, ya que a menudo estos puestos están vistos como mal pagados, peligrosos, insalubres, duros y desagradables, con pobre estabilidad en el empleo y de largos horarios de trabajo. Con ello el sector ha absorbido tradicionalmente un gran número de trabajadores provenientes del abandono escolar e inmigrantes no cualificados (Atkins, 1994).

En el ámbito de los países europeos, las obras de construcción y, en menor medida, los fabricantes de productos de construcción se enfrentan cada vez más a la necesidad de mano de obra cualificada. Se necesita reemplazar al elevado número de trabajadores cualificados que se jubilan. La escasez crónica de la mano de obra se explica, por un lado, por el escaso atractivo del sector para los jóvenes y, por otro, por las crecientes necesidades de competencias en cualificaciones específicas, a las que los sistemas de educación y formación, así como el mercado de trabajo, difícilmente pueden responder (COM, 2012).

5.1.3 La separación entre diseño y producción.

La separación de los procesos de diseño y producción ha sido identificada como causa de los problemas de la construcción por numerosos autores (Egan, 1998; Cox & Ireland, 2001; Cooper et al., 2003; Love et al., 2004; Wolstenholme et al., 2009).

Los problemas a los que se enfrenta el sector de la construcción en todo el mundo son los mismos, las diferencias se pueden explicar gracias a los diferentes enfoques en la organización del proyecto (Tunstall & Valderrama, 2009). La separación, o la no separación, entre diseño y producción es uno de los enfoques diferenciales.

La separación entre diseño y construcción aparece con el abandono del concepto de maestro constructor. A partir de este momento y hasta la década de los 90, los proyectistas eran los primeros en ser contratados por los clientes, de forma que actuaban en todo el proceso en representación de éste. El proyectista presentaba al cliente las propuestas del proyecto para su aprobación, preparando la documentación necesaria para obtener ofertas, asesorando en la adjudicación al constructor más adecuado y supervisando la ejecución de la obra. En España, esta forma de trabajo, sigue siendo utilizada por la mayoría de los clientes, excepto en proyectos muy específicos en los que existen gestores de proyectos, (Tunstall & Valderrama,

2009), como veremos en el punto 5.5 en el que repasaremos las formas de entrega de los proyectos.

Este tipo de contratación tradicional provoca que las distintas empresas que participan en cada fase del proyecto no establezcan más contacto entre ellas que el estrictamente necesario para poder realizar los trabajos; comunicación de plazos de finalización, problemas surgidos, etc., por lo que no existe una coordinación real entre ellas ni un intercambio de conocimiento (Fernández et al., 2008).

La Fig. 23 muestra una configuración típica de la cadena de suministro de la construcción, con las fases de diseño y construcción separadas.

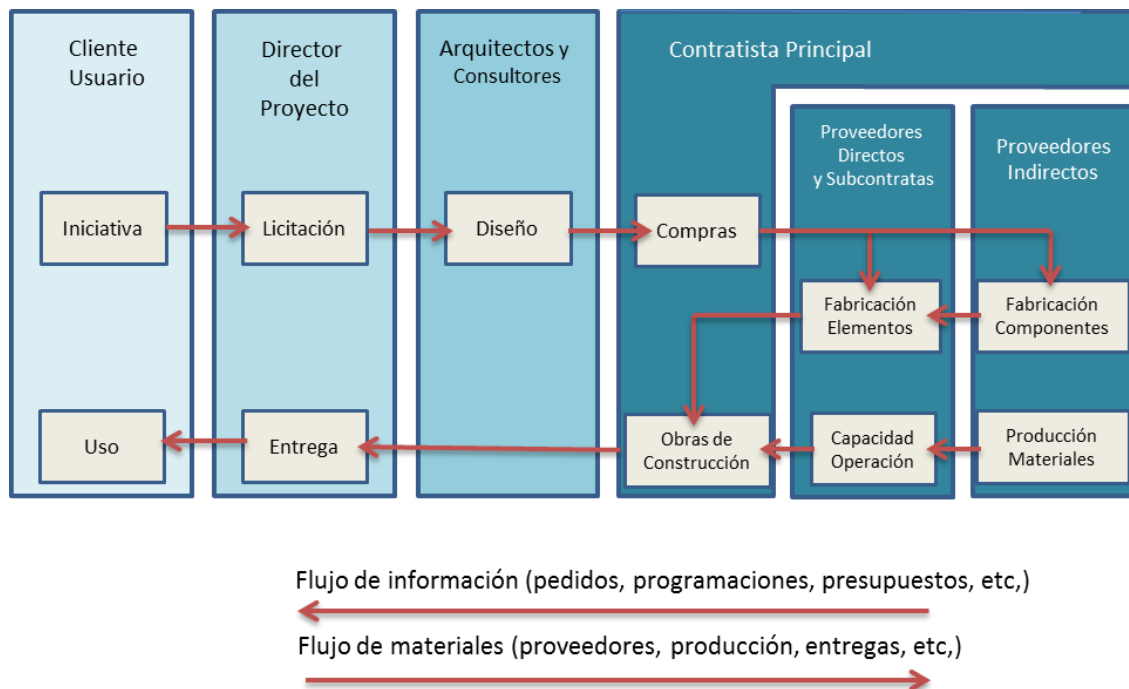


Fig. 23 Configuración típica de una cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Vrijhoef & Koskela (2000).

Esta separación entre diseño y construcción provoca que cada uno de los tres participantes principales del proyecto (promotor, diseñador y constructor) persiga sus propios objetivos, aunque estos no estén en consonancia con los del proyecto. Esta búsqueda de objetivos particulares crea una relación basada en la desconfianza. De esta forma todas las partes entienden que asumen un alto grado de incertidumbre en relación al desempeño de las otras: el diseñador duda de la fiabilidad de los requisitos del cliente, el contratista duda de la

constructibilidad del diseño y el cliente duda de los plazos y coste del proyecto, lo que se traduce en una transferencia de riesgos del promotor hacia el contratista y unas reservas para contingencias por parte del contratista y el diseñador (Ortiz González, 2011).

Esta separación entre diseño y producción es una característica diferenciadora del sector construcción, ya que en los proyectos que se desarrollan en la industria manufacturera es habitual que todos los miembros del equipo de proyecto pertenezcan a la misma empresa, estén encargados del diseño o de la producción (Ortiz González, 2011).

Algunas investigaciones realizadas en varios países en la década de los 90 con el objeto de mejorar el sector, como el Estudio C21 en Singapur (1999) o el informe Egan (1998), señalaban la falta de integración de actividades en toda la cadena de valor de la construcción, donde el diseño está segregado de la construcción y los procesos posteriores, como causa de la baja productividad (London K. , 2004).

5.1.4 La colaboración y la comunicación.

Las empresas que se relacionan dentro de las cadenas de suministro tienen que compartir una gran cantidad de información en el curso de sus interacciones. Una mala comunicación y coordinación da como resultado malentendidos, interpretaciones erróneas y la ignorancia de la información, que pueden afectar seriamente el desempeño del proyecto en términos de calidad, tiempo y coste. De esta forma la gestión de la información se convierte en una función básica de la cadena de suministro (Cheng et al., 2001).

Teniendo en cuenta los niveles de colaboración se puede establecer una clasificación con tres tipos de cadena de suministro (Holweg et al., 2005): cadena tradicional, donde cada integrante dispone de una información limitada procedente de los niveles inferiores; cadena EPOS (Exchange Point of Sales) donde cada integrante recibe la información tanto del nivel inferior como de la demanda del mercado; y cadena sincronizada, en la que la información se recibe a partir de bases de datos que integran la información. La Fig. 24 muestra un esquema del flujo de información para cada uno de estos tipos de cadena aplicado a una cadena de suministro típica de distribución.

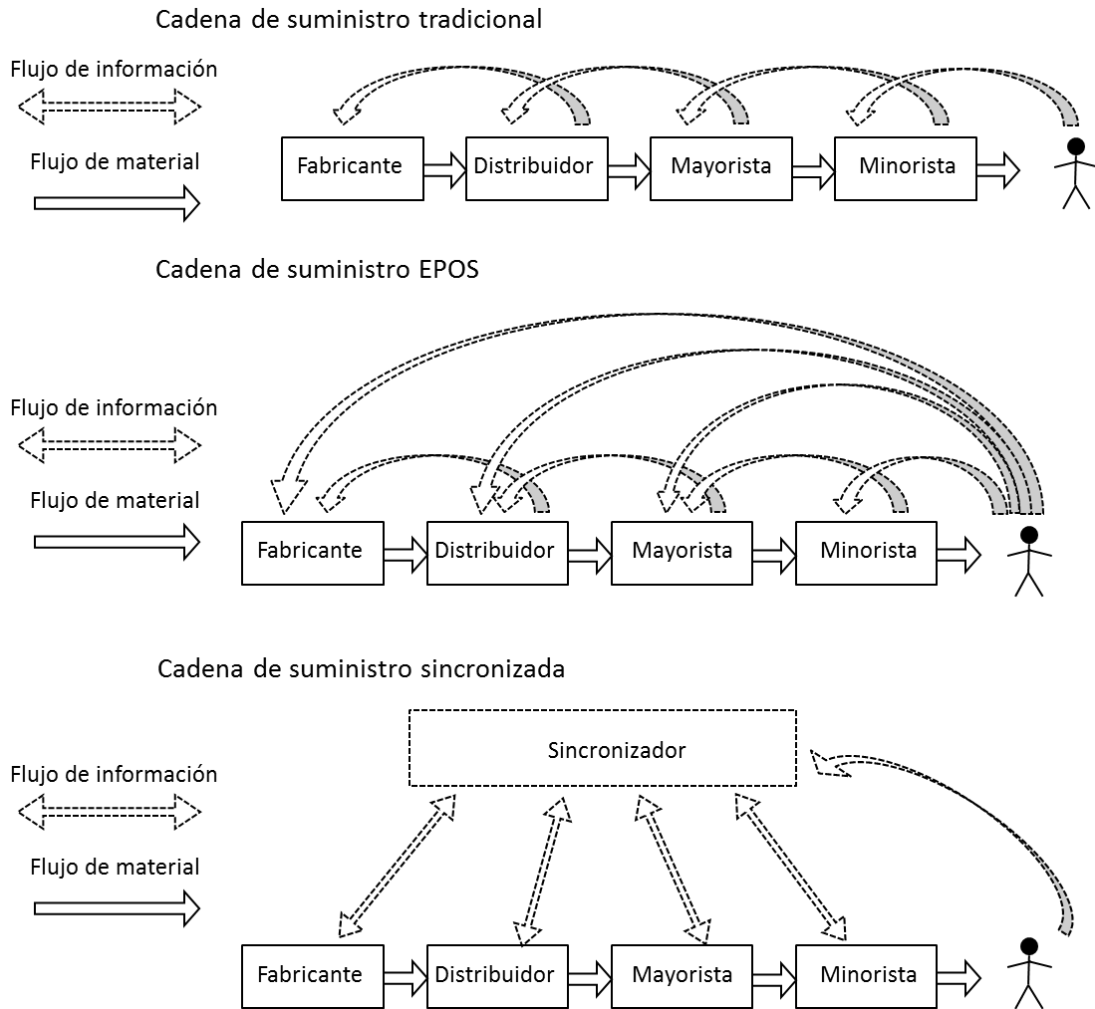


Fig. 24 Clasificación de la cadena de suministro según los niveles de colaboración.

Fuente: Ciancimino et al., (2009).

Uno de los problemas que se plantea en la comunicación dentro de las cadenas de suministro de la construcción es que la mayor parte de las relaciones que se producen son a dos niveles o relaciones diádicas (Arbulu et al., 2003), es decir, responden al esquema de cadena de suministro tradicional de la Fig. 24. Estas relaciones diádicas provocan que los flujos de información se produzcan exclusivamente entre proveedor-comprador. En este tipo de relaciones los órdenes fluyen aguas arriba de los compradores a los proveedores, mientras que la notificación de envíos fluyen aguas abajo de los proveedores a los compradores. Esta forma convencional de transferencia de la información puede producir ineficiencias, falta de respuestas y demoras.

Una vez más, hay que tener en cuenta la singularidad de la construcción respecto a otras industrias. En este sector las relaciones con los proveedores o subcontratistas del proyecto se

caracterizan por una comunicación informal, con lo que la ausencia de una práctica formal es probable que sea problemática para las empresas. Esto se debe a que las relaciones están insuficientemente diseñadas (Fulford & Standing, 2014).

En sectores como la construcción las cadenas de suministro se caracterizan por la existencia de una empresa dominante y una serie de proveedores o subcontratas, entre las cuales se establece una relación de competición, con contratos puntuales y de corto plazo. Esto provoca niveles de conocimiento compartido bajos y compromisos entre las partes prácticamente inexistente (Capó-Vicedo et al., 2007).

La disposición en capas que se produce en la cadena de suministro de la construcción, debido a los altos niveles de subcontratación, tiene como consecuencia un aumento del coste de la gestión de los proyectos, la proliferación de documentos transaccionales y una escalada casi exponencial del requisito de comunicarse (Fulford & Standing, 2014).

Otro problema que se produce en la comunicación es que la información no estandarizada impide alcanzar una mayor eficiencia. Mejorar la comunicación significa la necesidad de estándares para la comunicación. Tradicionalmente, son las organizaciones poderosas las que dictan la práctica estandarizada. En el sector de la construcción las entidades poderosas parecen ser el contratista principal, que podría especificar normas para que los subcontratistas se adhieran (Fulford & Standing, 2014).

5.1.5 La subcontratación.

La subcontratación en proyectos de construcción es una práctica común. La incertidumbre para el contratista principal en la obtención de trabajo continuo, junto con la necesidad de dar cabida a las diferentes características y requerimientos de cada proyecto, ha llevado a que la subcontratación haya sido adoptada como el enfoque dominante (Eccles, 1981; Cox & Townsend, 1998). El fin de esta práctica también es aumentar la flexibilidad y minimizar los activos fijos (Arditi & Chotibhongs, 2005).

Los contratistas buscan los servicios de subcontratistas para lograr ciertos objetivos, entre los que se encuentran: la reducción de costes, el acceso a servicios especializados, y la distribución de riesgos (Choudhry et al., 2012).

La mayor parte de las empresas que intervienen en la construcción no son constructoras sino subcontratistas. Con ello, el volumen de intercambio comercial de bienes y servicios en un

proyecto de construcción típicamente representa entre el 75% y el 90% del costo de construcción total del proyecto (Hinze & Tracey, 1994; Dubois & Gadde, 2000; Hartmann & Caerteling, 2010). Suele ser habitual que en un solo proyecto se empleen hasta 20 ó 30 subcontratistas, y que estos subcontratistas no hayan trabajado juntos en proyectos anteriores (Hinze & Tracey, 1994).

En el pasado, la práctica de la subcontratación no estaba extendida de forma tan amplia como ahora (Choudhry et al., 2012). Hasta los años 70, las empresas constructoras realizaban con personal propio todos los trabajos relacionados con la albañilería, la estructura, las cubiertas y los revestimientos, dejando solamente los trabajos de instalaciones y carpinterías para empresas externas o subcontratas. La evolución de la construcción ha llevado a la aparición de especialistas en la ejecución de estructuras (encofradores y ferrallistas), revestimientos (yeseros y alicatadores), construcción de cubiertas, fachadas (caravisteros y aplicadores de morteros monocapa), particiones (montadores de tabiquería seca) o pavimentos (pavimentadores y fratasadores de soleras).

Las partes de la construcción más especializadas son realizadas por subcontratistas, que suelen ser pymes, y muchas solamente prestan servicios de mano de obra (Briscoe et al., 2001).

La especialización ha sido la causante de que las constructoras, y sobre todo las de pequeño tamaño, generalmente cuenten con la mano de obra que es capaz de realizar solamente trabajos de albañilería y de apoyo al resto de oficios, como son la distribución de materiales por la obra, rozas para instalaciones y limpieza. La falta de mano de obra especializada en el resto de oficios obliga a la subcontratación de todos los trabajos cuando ejercen como contratistas principales de una obra.

Esta continua externalización de la mano de obra en las empresas de construcción ha contribuido a la desaparición del sistema de aprendizaje de habilidades artesanales, que antiguamente se desarrollaba desde las empresas (Green & May, 2003).

A continuación se detallan las causas del incremento en la subcontratación:

Acceso a servicios especializados.

Un factor que ha contribuido a la formación de la actual industria de la construcción es la utilización de la tecnología especializada con la que los edificios se construyen cada vez más.

Esta tecnología especializada requiere del trabajo coordinado de una larga serie de empresas que transformen las materias básicas en los elementos instalados en los edificios. Esta naturaleza encadenada ha cambiado la forma en la que la industria tiene que ser administrada (Atkins, 1994).

Por otra parte, el contratista no es capaz de asumir el coste a tiempo completo de trabajadores especializados en cada uno de los diversos oficios necesarios para completar los proyectos de construcción (Choudhry et al., 2012). Por ello, en las últimas décadas, los contratistas generales, se han convertido en gran medida en especialistas en la gestión de contratistas especializados, que son los que realizan la obra de forma directa (Atkins, 1994).

Además, la mejora del desempeño de los contratistas especializados, a través de una gestión más eficaz de su cadena de suministro, más que el proveedor de materiales, mejoraría el rendimiento de la industria en su conjunto (Saad & Jones, 1998 citado en London K. , 2004).

Reducción de costes.

El uso de mano de obra directa se considera una solución poco rentable debido al alto grado de incertidumbre, las fluctuaciones en la carga de trabajo de la construcción y los mayores gastos generales administrativos (Choudhry et al., 2012).

En los últimos años son cada vez más frecuentes las empresas constructoras que no disponen de ninguna mano de obra para la ejecución, subcontratando incluso la albañilería, trabajos de ayuda y a los encargados de obra. Estas empresas disponen solamente de un departamento técnico capaz de gestionar las obras pero sin personal propio en obra (Green & May, 2003). Con este modelo de empresas se puede decir que se ha llegado a una subcontratación del 100% de los trabajos directos de ejecución. Como consecuencia la dependencia de los contratistas principales de otros actores de la cadena de suministro, proveedores y subcontratistas, es total.

Una opción, muy utilizada durante años en el sector, para tener la máxima flexibilidad evitando las responsabilidades, es la de recurrir a falsos autónomos (Green & May, 2003). Esta opción no se puede considerar como subcontratación, ya que lo que se persigue simplemente es la externalización de la mano de obra para evitar la legislación laboral. Esta práctica ha sido perseguida por la legislación en los últimos años consiguiendo su reducción, lo que ha provocado la aparición de pequeñas empresas que únicamente aportan mano de obra de escasa especialización.

Distribución de riesgos.

Otra causa que ha llevado al incremento notable de la subcontratación es el objetivo de minimizar la exposición al riesgo (Segerstedt & Olofsson, 2010). Cada parte de la cadena de suministro intenta obtener el máximo beneficio con el riesgo mínimo, lo que se persigue normalmente por medio de la transferencia del riesgo al siguiente nivel. Esta manera de pensar ha dado lugar a puntos de tensión y conflicto (Cox & Townsend, 1998).

Muchas de las relaciones de negocios en el entorno de la construcción están fundamentadas en la extracción de la máxima recompensa por el mínimo riesgo (Cox & Townsend, 1998), de forma que cada parte suele reasignar riesgo heredado de sus clientes hacia sus proveedores. Esto crea muchas relaciones adversas y tensas que repercuten en la productividad, que finalmente soporta el cliente. (London & Kenley, 1999)

Vrijhoef & Koskela (2000) señalan el incremento de subcontratación como causante de que el enfoque tradicional para el control de la cadena de suministro de la construcción ya no sea adecuado. Abogan por un cambio de métodos de gestión de la cadena de suministro (Vrijhoef & Koskela, 2000).

5.1.6 Industria basada en PYMES

La naturaleza de la industria crea dificultades para las empresas grandes y medianas, y por lo tanto favorece la creación de las pequeñas empresas. Sin embargo crea obstáculos para su eficiencia y el crecimiento a largo plazo. En el sector de la construcción la entrada para las nuevas empresas ha sido tradicionalmente fácil porque hay poca tecnología y escasa formación en la mayoría de oficios, insuficiente control de las cualificaciones, bajos requerimientos de capital, y una industria de alquiler de equipos bien desarrollada (Atkins, 1994; Cox & Thompson, 1997).

El mercado de empresas de la construcción se compone de unas pocas muy grandes empresas y numerosas pequeñas empresas. En España, en el año 2014, de las 145.968 empresas que tenían trabajadores, el 92,27% de las empresas tenían entre 1 a 9 empleados y aquellas que tenían más de 100 empleados solamente representaban el 0,28%.(Fuente: INE-Ministerio de Fomento)

El número de empresas del sector de la construcción que no tenía asalariados, en el año 2014, era de 200.853, mayor al número de empresas que si los tenían. Este tipo de empresas

se crean por razones fiscales o de responsabilidad, muchas veces con el objetivo de desarrollar un único proyecto.

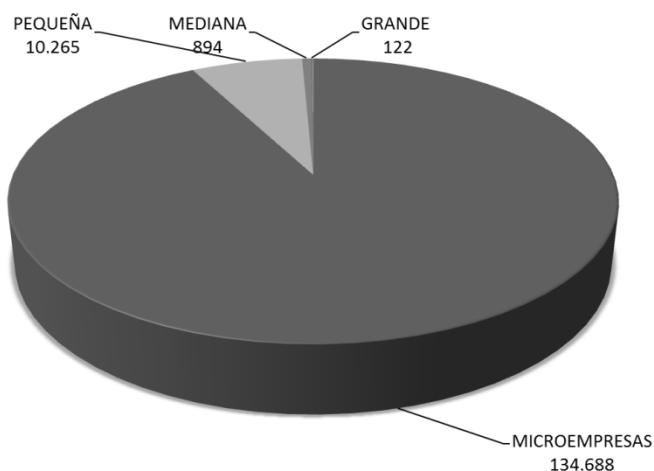


Fig. 25 Dimensión de las empresas del sector de la construcción en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.

En el año 2014 el volumen de negocio medio de las empresas que tenían menos de 20 empleados era de 301.790 euros y el de las que contaban con más de 100 empleados superaba los 65 millones de euros. Si bien hay que tener en cuenta que las empresas de mayor tamaño centran su actividad en la construcción de infraestructuras y las de menos de 20 empleados están centradas principalmente en el sector de la edificación, la diferencia entre ellas es muy considerable.

Las empresas de gran tamaño se han expandido a nivel mundial, con lo que los efectos de los vaivenes de la economía de un país les afectan en menor medida. Por ejemplo, en España para la empresa ACS, con 29.559 millones de euros facturados en 2013 en su actividad de construcción, la mayor contratista a nivel internacional, el volumen de su actividad fuera del país representaba el 86,3% de las ventas. Además, las grandes empresas constructoras se han convertido en grupos empresariales, involucrados en varios subsectores de la construcción y en la prestación de diversos servicios, por lo que resulta difícil determinar el tamaño real de su negocio en la construcción. Este tipo de empresas no están incluidas en este trabajo, ya que su problemática es muy diferente a la del resto del sector.

Las empresas de tamaño medio son las que más sufren en las épocas de crisis en la construcción (Olsson, 2000). La Tabla 5 muestra el número de empresas existentes en España en los años 2007 y 2011, según el número de asalariados con el que contaban.

	2007	2011	Diferencia entre 2007 y 2011	Porcentaje de disminución
Sin asalariados	183.814	182.036	-1.778	1%
De 1 a 9	221.966	139.747	-82.219	37%
De 10 a 19	27.616	12.547	-15.069	55%
De 20 a 49	17.368	6.154	-11.214	65%
De 50 a 99	3.766	1.096	-2.670	71%
De 100 a 249	1.444	499	-945	65%
De 250 a 499	255	98	-157	62%
De 500 a 999	92	45	-47	51%
1000 y más	37	35	-2	5%

Tabla 5 Número de empresas existentes en España en los años 2007 y 2011, según el número de asalariados con el que contaban.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.

La cantidad de empresas sin asalariados entre los años 2007 y 2011 se mantiene, mientras las empresas que tenían asalariados se han reducido en más del 40%.

Esta característica de ser un sector basado en pequeñas y medianas empresas se da a nivel mundial (London et al., 1998).

5.1.7 La volatilidad.

Una de las mayores preocupaciones del sector es la volatilidad de la demanda de la construcción. Así, se producen fuertes tasas de crecimiento en los periodos de expansión, con mucha demanda, y recesiones importantes, con periodos de demanda mínimos. Esta característica del sector de la construcción es común a todos los países avanzados (García-Montalvo, 1999). Igual que la demanda, la rentabilidad es también muy volátil, inhibiendo gravemente la planificación a largo plazo y la inversión en formación, investigación y bienes de capital (Atkins, 1994; Egan, 1998).

La falta de estabilidad y previsibilidad de los márgenes y las ganancias provoca escasez de interés de los inversores en las empresas relacionadas con la construcción, lo que dificulta que estas empresas puedan llegar a identificarse como marcas (Egan, 1998).

Otra peculiaridad de la construcción, que agrava las consecuencias de ser un mercado volátil, es la facilidad de entrada para las nuevas empresas, lo que obliga a las empresas ya establecidas a defender su cuota de mercado agresivamente en época de recesión, práctica que conduce a una feroz competencia, disminuyendo la calidad y la rentabilidad (Atkins, 1994).

El proceso productivo de la construcción se caracteriza por ser un proceso de maduración muy lento. En la construcción de edificios transcurre un largo plazo entre la decisión que toma un promotor de emprender una construcción y la fecha de entrega del producto al cliente final. La larga duración del “producto” de la construcción contribuye a la volatilidad. (Segerstedt & Olofsson, 2010).

A todo ello hay que añadir que mientras que los gobiernos son capaces de regular y controlar los precios y la calidad del servicio en industrias monopólicas, donde la competencia es insuficiente, no son capaces de regular para controlar la excesiva competencia. Las políticas que fomentan excesivamente la desregularización, y la competencia de precios desmesurados, provocan inestabilidad y perjudican los intereses de la industria y los clientes (Atkins, 1994).

5.1.8 El carácter cíclico del sector.

La construcción se caracteriza por la combinación de periodos expansivos con periodos de recesión. El sector registra unas oscilaciones cíclicas que son bien conocidas, y que con mayor o menor intensidad, están presentes en todas las economías (Cuadrado et al., 2010).

El primer periodo expansivo en España se produce entre los años 1960 a 1975, que constituyó uno de los períodos de mayor crecimiento del sector. Entre los años 1975 a 1984 se produce la primera crisis, cuya principal consecuencia fue una elevada destrucción de empleo. El segundo ciclo expansivo se produjo en el período 1985-1991, impulsado en buena parte por la intensa actividad inversora en infraestructuras producida por la entrada en la UE y por la construcción residencial. A partir de 1992 se produce un descenso hasta la recuperación a partir de 1994 que terminará en una fuerte expansión entre los años 2000 a 2007. A partir del año 2008 se inicia una fuerte crisis que llega hasta 2015.

Las oscilaciones cíclicas del sector constituyen, pues, una constante y, por ello, no deberían conducir a “estigmatizar” el sector cuando se está viviendo una fase difícil como la actual, ni a considerarlo “culpable” de todos los males de la economía española (Cuadrado et al., 2010).

Este carácter cíclico, aunque también se produce en otras industrias, en la construcción parece tener una amplitud mayor al de otros sectores (Segerstedt & Olofsson, 2010). Es decir, en época de expansión el volumen de negocio es muy importante y en época de recesión cae hasta dejar el sector prácticamente paralizado.

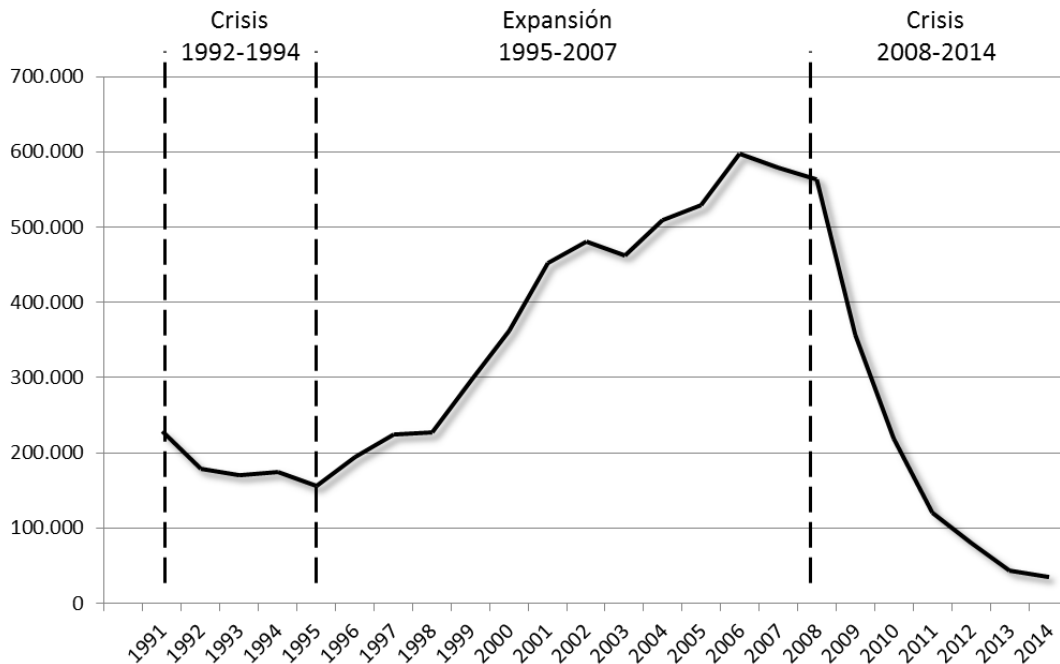


Fig. 26 Número de Viviendas libres terminadas en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Fomento.

Conseguir la estabilidad en el sector de la construcción es importante, porque la volatilidad de los mercados locales de la construcción tiene un efecto perjudicial sobre la inversión en la formación y la tecnología. Evitar los ciclos que se producen en la construcción es el objetivo para evitar los parones del sector (Atkins, 1994). Estos parones perjudican gravemente las cadenas de suministro.

Hay una fuerte conexión entre el estado del mercado y la productividad en la industria de la construcción; cuando hay un periodo de bonanza económica, la productividad empeora. En estos tiempos de ganancias todo el mundo está demasiado ocupado en obtener beneficios rápidos, nadie parece tener el tiempo o la paciencia suficiente para la reducción de costes en los proyectos (Olsson, 2000). Cuando la construcción sufre periodos de crisis, donde la reducción de costes debe ser esencial para la supervivencia, no hay tiempo ni dinero para invertir en investigación y desarrollo de nuevas soluciones para los escasos proyectos que se realizan (Egan, 1998). Entonces, ¿cuándo es el momento para invertir en mejoras?

La gestión de la cadena de suministro resulta más complicada en tiempos de crisis que en épocas de crecimiento económico. Por lo tanto será en época de crisis cuando se manifiesta más claramente si la cadena de suministro de una empresa está consolidada.

¿Hay alguna forma de reducir los ciclos en el sector de la construcción? Los gobiernos intervienen en los mercados de vivienda de varias formas; mediante el control de las tasas de interés hipotecario, las desgravaciones y las subvenciones; y con la liberación de suelo para su desarrollo como suelo urbano (Atkins, 1994). Con ello consiguen regularizar y estabilizar el mercado de la construcción, sin embargo no logran evitar los ciclos.

5.1.9 El gran impacto de la construcción sobre otros sectores.

Es ampliamente reconocido que un sector de la construcción boyante proporciona una base sólida e infunde confianza comercial positiva en otros sectores como el comercio y la industria. Por el contrario, un sector de la construcción en recesión socava y erosiona la confianza del consumidor y debilita las perspectivas de una recuperación económica (Tennant et al., 2014).

El sector de la construcción en la economía española es fundamentalmente generador de demanda para los demás sectores, cuyos productos se utilizan como inputs en la construcción (Fernández & Fuentes, 2007). A nivel europeo se considera que por cada empleo directo en empresas de construcción, se generan alrededor de 3 empleos en total, a través de la cadena de suministro (Atkins, 1994).

La importancia de la construcción como factor de arrastre de otros sectores productivos se explica por los efectos que su actividad genera en relación con el resto de la economía, con efectos de arrastre que actúan tanto “hacia delante”, al abastecer el sector constructor al resto de ramas productivas, además de a la demanda final, como “hacia atrás”, debido a las demandas que la construcción realiza a los sectores que la proveen de productos intermedios (Cuadrado et al., 2010).

Destaca especialmente el acaparamiento por parte de la construcción de las ventas o suministros intermedios realizados por un gran número de ramas productivas (efecto arrastre hacia atrás). Algunos ejemplos son los casos de un buen número de industrias manufactureras como: Industrias de la cerámica (90,3%); Fabricación de cemento, cal y yeso (38,9%); Fabricación de maquinaria y material eléctrico (36,2%); Extracción de minerales no metálicos (34,3%); Fabricación de productos metálicos (33,1%); Industria de la madera o el corcho (26,25); o la Fabricación de vidrio o productos de vidrio (22,1%)(datos del año 2005). (Cuadrado et al., 2010).

Realmente, el límite entre la construcción y la industria manufacturera es indefinido y difuso. Por ejemplo, ¿son las fábricas que producen placas para el aislamiento de los edificios parte de la construcción o parte de la industria manufacturera? (Segerstedt & Olofsson, 2010).

5.1.10 El sector a nivel Europeo.

El informe de la comisión europea “Strategies for the European Construction Sector”, a mediados de los años 90 destacaba que la industria de la construcción a nivel europeo estaba a la altura de las zonas más desarrolladas como pueden ser EE.UU. o Japón. Las grandes empresas contratistas y las ingenierías europeas en estos años ya consiguen contratos a nivel mundial. A pesar de ello, este mismo informe reconoce que hay lecciones que aprender de los EE.UU. y Japón: la economía de la estandarización de los componentes y diseños en el caso de los EE.UU.; la gestión rigurosa del tiempo, el rendimiento y la calidad en el caso de Japón (Atkins, 1994).

La armonización de la normativa entre países de la UE en los últimos años facilita la libre circulación de empresas, desarrolladores, inversores, profesionales, trabajadores y materiales. Tener una normativa similar entre estados permite a los diseñadores y las empresas estar familiarizados con normas técnicas y códigos, lo que favorece a los técnicos y contratistas de un Estado que desean trabajar en proyectos en otros Estados miembros.

El movimiento de materiales de construcción entre países de la UE solamente se produce en aquellos productos que tienen un valor añadido suficiente para compensar el coste del transporte, generalmente materiales o maquinarias para instalaciones y carpinterías o complementos de alta calidad. La mayor parte de materiales utilizados en la construcción se producen en los propios países en los que se utilizan, debido a los altos costes de transporte (Atkins, 1994). Esta producción nacional de la mayoría de los productos no quiere decir que el efecto globalización no haya llegado a la construcción, ya que la mayor parte de los productos con un importante contenido de tecnología son desarrollados por empresas multinacionales presentes a nivel mundial.

La idea de un sector “nacional” de la construcción es cada vez más cuestionado por la globalización (Green S. D., 2011). Si bien en algunos aspectos el sector está adaptado a las condiciones locales, éstos cada vez son menores. No obstante, las grandes empresas siempre tienen un nivel de influencia sobre las zonas en las que se desarrollan, por lo que si la falta de estandarización y la gestión rigurosa del tiempo y el rendimiento son factores a mejorar en las grandes empresas, estas mismas debilidades las encontraremos a nivel local.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD.

5.2.1 Características diferenciadoras.

La actividad de construcción presenta características propias que la diferencian notablemente de otros sectores, especialmente de la industria manufacturera. La naturaleza del producto final constituye la característica distintiva del sector. Esta viene dada por su unicidad, inmovilidad y variedad (González et al., 1997).

Es conveniente tener en cuenta estas particularidades si queremos analizar la cadena de suministro de la construcción, sobre todo a la hora de realizar comparaciones con las soluciones que se adoptan en otros sectores industriales.

La industria de la construcción puede ser tipificada como una industria basada en proyectos con características específicas, como son el diseño de ubicación determinada, producción de una sola vez, cambio de cadenas de suministro para cada proyecto, circunstancias exteriores y ambientales, múltiples clientes, y múltiples proveedores participando en un mismo proyecto (Vrijhoef R. , 2011).

Para Koskela la construcción presenta características propias que la singularizan respecto a otros sectores. Los factores diferenciales son (Koskela, 1992):

- La singularidad de los proyectos.
- La producción in situ.
- La temporalidad de la multiorganización (equipo) que desarrolla cada proyecto.
- La intervención reguladora.

Sin embargo, para Ballard y Howell, ninguna de estas características es exclusiva de la construcción. La construcción posee dos características que la diferencian (Ballard & Howell, 1998) y que afectan a su cadena de suministro:

- Los objetos que se fabrican están en una posición fija.
- Las construcciones tiene arraigo en el lugar.

Producción por proyectos.

Los productos de la construcción son elaborados por proyectos, adaptados al cliente y promotor, a su emplazamiento y a su funcionalidad, y al punto de vista del diseñador, lo que

les confiere un carácter único. Este carácter único se refiere al edificio. Los materiales, componentes y habilidades necesarias suelen ser las mismas o similares. Es decir, para los contratistas o diseñadores sí que hay una repetición de proyectos y tareas más o menos similares (Koskela, 1992).

Desde el punto de vista del estudio de la cadena de suministro, la importancia de que sea una industria basada en proyectos radica en el hecho de que se generan tantas cadenas de suministro como proyectos.

¿Qué es un proyecto? Y ¿qué características tiene?

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (Project Management Institute, 1987). Esta definición no es exclusiva para el sector de la construcción, sino que se aplica a cualquier proyecto de cualquier sector productivo. Así pues, la principal característica de un proyecto es la temporalidad. Temporal significa que cada proyecto tiene una fecha de inicio y un final definidos.

El enfoque del proyecto es una limitación que restringe la capacidad tanto de las empresas como de las cadenas de suministro para desarrollarse. Buscar la rentabilidad en todos los proyectos obliga a emprender acciones con resultados a corto plazo. Ello lleva a que los equipos de obra sean reacios a probar nuevas soluciones, ya que continuamente están tratando de reducir los riesgos económicos de cada proyecto (Olsson, 2000).

La organización por proyectos provoca que las cadenas de suministro se organicen a medida para cada uno de los proyectos, generando ineficiencias para el cliente, ya que aparece una nueva curva de aprendizaje cada vez (Cox & Thompson, 1997). Además, lo que para la industria manufacturera sería un prototipo que se va a depurar y desarrollar, en la construcción es el producto final (Koskela, 1992).

¿La producción por proyectos es característica de todas las empresas que trabajan en el sector de la construcción? En realidad no. Así, por ejemplo, una empresa que fabrica hormigón realmente no enfoca su producción a los proyectos. El tipo de empresas que participan en una cadena de suministro de la construcción y cómo se pueden clasificar lo veremos en el punto 5.3.5 de este trabajo.

Otros sectores industriales también se basan en proyectos, pero las características de los proyectos son diferentes. En otros sectores, además de conseguir el producto tienen como

objetivos la consecución de una calidad satisfactoria y de valor para el cliente. Sin embargo en la construcción los objetivos son el presupuesto y la fecha de finalización. El éxito del proyecto se mide según el coste, y completar el proyecto en la fecha prevista suele ser el objetivo más importante de la programación (Tukel & Rom, 1998).

La distinción entre la construcción y la fabricación es que la industria de la construcción se basa en proyectos, lo que crea relaciones discontinuas, mientras que la industria de fabricación implica procesos y relaciones continuas (Segerstedt & Olofsson, 2010). Además de reconocer que la construcción no es una industria basada en procesos, también es importante reconocer que muchos de sus productos son “medidas excepcionales” (BIS, 2013b) y toda su cultura se caracteriza por acciones a corto plazo, es decir por un comportamiento orientado a la acción (Koskela, 1992)

La producción in situ.

La producción de la construcción se lleva a cabo en el lugar donde se construye el producto, a menudo dentro del producto en evolución (Koskela, 1992). La construcción in situ es una combinación de fabricación y montaje (Ballard & Howell, 1998). La solución más básica para aliviar los problemas que se producen en las obras es configurar los flujos de materiales de modo que se reduzcan al mínimo las actividades que se llevan a cabo in situ (Koskela, 1992). Las iniciativas de industrializar la construcción pretenden reducir los trabajos in situ solamente al montaje final, con el fin de realizar tanto trabajo como sea posible en condiciones de taller.

La temporalidad de la multiorganización.

Lo característico en la construcción es que por cada proyecto se cree una nueva organización temporal (Vrijhoef & Koskela, 2005), un nuevo equipo de trabajo (desarrolladores, diseñadores, contratistas y proveedores), que no necesariamente han trabajado juntos antes (Koskela, 1992), y que se disuelve después de la finalización, lo que añade incertidumbre y complejidad a ésta industria (Arantes et al., 2015).

Las diferentes tecnologías que se utilizan en los proyectos de construcción y la utilización de diseños únicos para cada proyecto, provoca la intervención de un conjunto de muchas empresas especializadas (la cadena de suministro) que deben formar un equipo para un solo proyecto (Atkins, 1994). De esta forma, las cadenas de suministro son invariablemente a medida (Cox & Thompson, 1997).

La industria de la construcción se caracteriza por contratos de una sola vez, y por la incapacidad para desarrollar relaciones a largo plazo entre los contratistas principales y sus proveedores clave (Briscoe et al., 2001). La adjudicación de los trabajos mediante la licitación es uno de los motivos que causa los cambios de las cadenas de suministro de un proyecto a otro (London & Kenley, 1999); la extensión geográfica en la que se encuentran los proyectos es otro de los motivos, ya que a menudo requiere la utilización de equipos locales de contratistas y proveedores (Briscoe & Dainty, 2005).

La intervención reguladora.

Las soluciones de diseño y muchas fases de trabajo de un proyecto de construcción se ven sometidos al control y aprobación de las autoridades reguladoras. Esta intervención de la autoridad provoca incertidumbre y limitaciones al proceso. La obtención de la aprobación para una solución de diseño a menudo es impredecible y la comprobación de las autoridades durante el proceso de construcción es causante de retrasos (Koskela, 1992).

Objetos en posición fija.

La construcción es una industria donde el producto no se mueve, son los trabajadores los que se mueven al lugar donde se construye (Atkins, 1994). En el proceso de montaje, las piezas se convierten en demasiado grandes para poder moverse a través de los puestos de trabajo, por ello están en posición fija, por lo que son los equipos de trabajo los que se mueven para ir añadiendo piezas a medida que avanzan. La consecuencia de esta ubicación exclusiva es que cada proyecto requiere un nuevo centro de trabajo, al no ser posible concentrar la actividad productiva en un único lugar (González et al., 1997). Esta necesidad de trabajar en el lugar donde se realiza la construcción trae la incertidumbre y la diferenciación.

Arraigo en el lugar.

En la construcción la relación con los clientes es diferente, a menudo éstos caminan a través de la construcción cuando todavía se está produciendo la actividad. Esta situación no se da en otros sectores donde el cliente entra en contacto con el producto una vez está finalizado. Debido a que el producto está arraigado al lugar en el que se produce, es mucho más complicado encontrar clientes alternativos. El mercado de clientes es bastante reducido (Ballard & Howell, 1998). Lo mismo sucede con el mercado de proveedores, que para algunos materiales queda reducido al entorno en el que se ubica la obra.

El efecto ubicación, junto a otros factores, da lugar a condiciones especiales únicas para cada proyecto, que influyen en la formación de su cadena de suministro. Esta conceptualización contrasta con gran parte de la literatura sobre la cadena de suministro en la construcción, que supone que las estructuras de la cadena de suministro son estables (Koch et al., 2010).

5.2.2 Una actividad compleja.

Además de las características que lo diferencian de otros sectores, creemos necesario destacar dos que provocan que la gestión de las cadenas de suministro de la construcción se pueda considerar como una actividad compleja. Estas dos características son la variedad de productos y la complejidad de la programación.

Para otros autores, las raíces de la complejidad se encuentran en la incertidumbre y la interdependencia (Dubois & Gadde, 2002). Estos dos conceptos los veremos en el punto 5.8 de este trabajo.

El comportamiento de la industria frente a esta complejidad ha sido objeto de abundantes estudios. Parece evidente que las industrias de sistemas complejos, necesitan ser investigadas de diferente forma a los modelos de producción en serie (Winch, 1998). Esto dificulta la aplicación de soluciones de gestión de la cadena de suministro creadas para la industria basada en la producción en masa a la industria de la construcción (Bankvall et al., 2010).

Variedad de productos.

La construcción se caracteriza por la elaboración de una gran cantidad de productos finales, que incluye desde pequeñas reparaciones domésticas hasta grandes obras de infraestructura. Cada tipo de producto final incorpora su propia combinación de actividades intermedias heterogéneas. En consecuencia, a medida que una empresa integra horizontalmente tipos adicionales de construcción, ha de acometer actividades intermedias más dispares. Esto provoca que las actividades que realizan las empresas constructoras no sólo sean heterogéneas por su ubicación geográfica, sino también por su naturaleza (González et al., 1997).

La variedad de productos o servicios se ve reflejada en el esquema de la Fig. 12 que representa los diferentes tipos de proyecto en el proceso de proyecto-construcción.

La complejidad de programación.

Para entender la complejidad que supone la actividad de la construcción, basta con examinar los insumos o condiciones que deben ser satisfechas simultáneamente para poder iniciar y completar una tarea.

En la mayoría de los proyectos de construcción hay nueve entradas que son necesarias para llevar a cabo una sola tarea (Fearne & Fowler, 2006) :

- i. salida de la tarea anterior;
- ii. los materiales;
- iii. la mano de obra;
- iv. la maquinaria;
- v. la información (lo que se tiene que hacer);
- vi. el espacio (acceso a la zona de trabajo y en espacio para trabajar);
- vii. el método de ejecución;
- viii. los permisos;
- ix. el medio ambiente (las condiciones climáticas)

En general el nivel de seguridad en el inicio de las tareas es bajo (Fearne & Fowler, 2006). Esta dificultad para poder realizar una programación adecuada repercute en la cadena de suministro y es un problema para la eficacia que se debe conseguir en los proyectos.

Las entregas incumpliendo plazos es uno de los principales problemas de la construcción. Mejorar la planificación o programación de las obras supondrá mejorar la eficacia de las cadenas de suministro. La mayoría de los problemas de planificación de la cadena de suministro se refieren a la falta de coordinación entre los actores (Thunberg et al., 2014).

La Fig. 27 describe una vista conceptual de una cadena de suministro de la construcción. Esta figura, aunque algo simplificada, muestra al gran número de empresas que la componen, y nos da una idea de la complejidad de las operaciones de producción en la cadena de suministro.

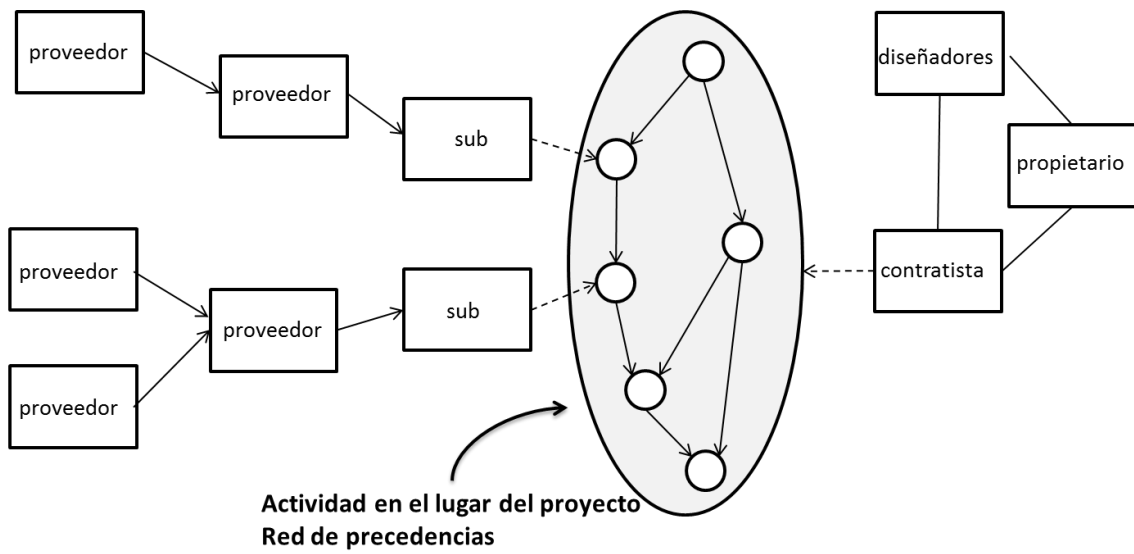


Fig. 27 Vista conceptual de la cadena de suministro del proyecto.

Fuente: O'Brien et al.,(2002)

En comparación con las cadenas de suministro de la fabricación, las de la construcción son más complejas, y están compuestas por un mayor número de participantes clave (Meng, 2010).

5.3 CONFIGURACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

5.3.1 Modelo genérico de la cadena de suministro de la construcción.

Algunos autores ya han advertido de los riesgos que supone subestimar la complejidad de la realidad cuando se intenta traducir en un modelo mental (Vrijhoef & De Ridder, 2007)

Las cadenas de suministro en el sector de la construcción están formadas por tres subsistemas. El primero es la fabricación de materiales y componentes de construcción. El segundo subsistema es el operativo, que produce el producto final. El tercero es el diseño, responsable de la definición del producto (Voordijk et al., 2000). La Fig. 28 es una representación gráfica de estos subsistemas en una cadena de suministro.

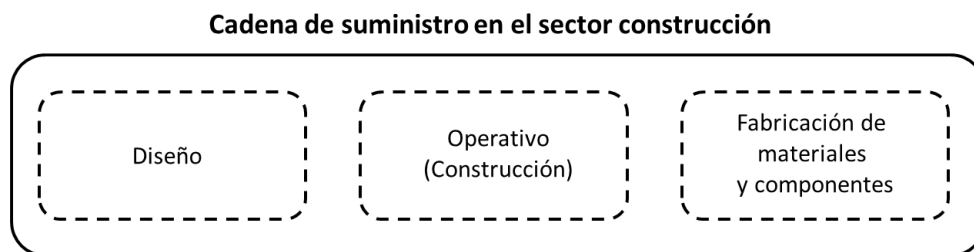


Fig. 28 Subsistemas de la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Pensando en la forma habitual de organizar el proceso de edificación se puede, de forma simple, resumir de la siguiente forma: el cliente, que necesita realizar la construcción de un edificio, una vez cuenta con el suelo donde lo va a ejecutar, contrata a un arquitecto, éste ejecuta un diseño y el contratista ejecuta la obra con la asistencia de subcontratistas y proveedores. Durante la etapa de ejecución cada parte es responsable sólo de aquello que le es específico, sobre lo que tiene su propio dominio de conocimientos, límites que raramente se cruzan. Por su parte cada empresa asignará los recursos implicados de acuerdo con su contrato (Voordijk, de Haan, & Joosten, 2000).

A partir del esquema de modelo de cadena de suministro presentado en el punto 2.1.1 se puede establecer como modelo genérico de cadena de suministro para la construcción el de la Fig. 29.

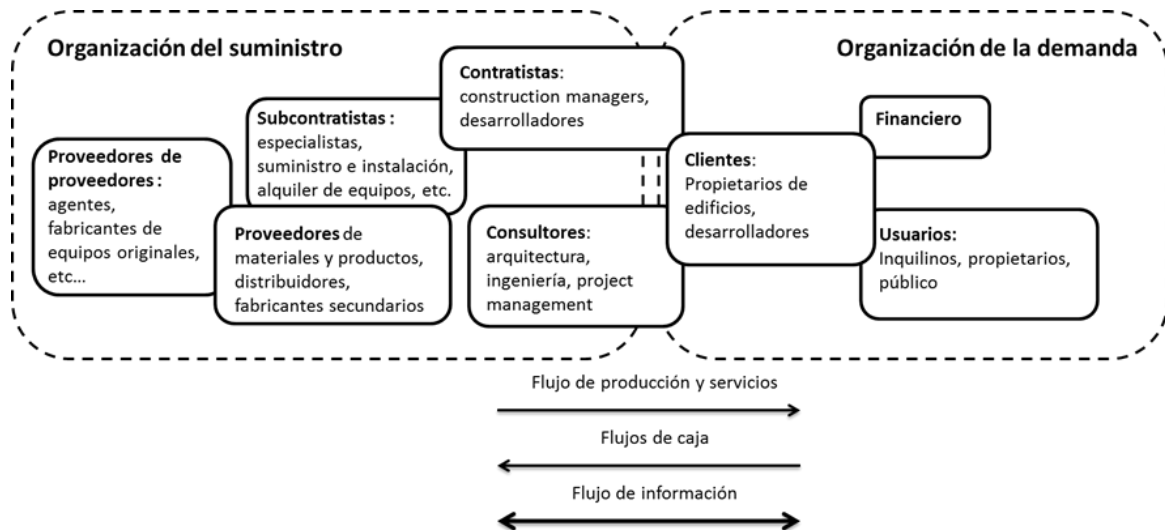


Fig. 29 Modelo genérico de cadena de suministro en la industria de la construcción.

Fuente: McGeorge et al.,(2002) citado en London K. (2004.)

A partir de este modelo genérico, y viendo la complejidad que puede alcanzar, parece claro pensar que la cadena de suministro, integrada por diferentes subsistemas y componentes necesita ser diseñada (Vrijhoef & De Ridder, 2007).

Para hacernos una idea del peso específico que pueden llegar a alcanzar los distintos componentes, merece la pena destacar que los flujos de valor que se producen en la construcción, medidos sobre el coste total de los edificios, se distribuyen, más o menos, de la siguiente forma: 60% de los costes de construcción son materiales, la mano de obra es alrededor del 20%, el equipo de producción el 10% y el diseño alrededor de 10% (Koch et al., 2010).

Hay que tener en cuenta que en una cadena de suministro todos los que la componen no están al mismo nivel. Lo más habitual es que se considere que el cliente esté en el nivel más alto; en un segundo nivel estarían los contratistas y los arquitectos; en el tercero los subcontratistas; y en un último nivel los proveedores de componentes y materiales.

Además, como veremos en el punto 5.5 de este trabajo, la forma elegida como método de entrega del proyecto provocará en algunos casos que actores que tradicionalmente han sido ubicados más abajo en la cadena, por ejemplo subcontratistas especializados o fabricantes, pueden empezar a jugar un papel particularmente importante en la gestión de la cadena, dando lugar a diferentes modelos de cadena de suministro (London K. , 2004).

Los subcontratistas, en algunos proyectos compiten entre sí para adoptar el papel de contratistas. Como consecuencia la división del trabajo entre los actores varía mucho de un proyecto a otro y el papel que juegan puede ser muy diferente (Dubois & Gadde, 2002)

La Fig. 30 es una representación muy simplificada de lo que actualmente es una cadena de suministro típica de la construcción. En la práctica un proyecto de construcción puede depender de decenas de subcontratistas y fabricantes de componentes (BIS, 2013a).

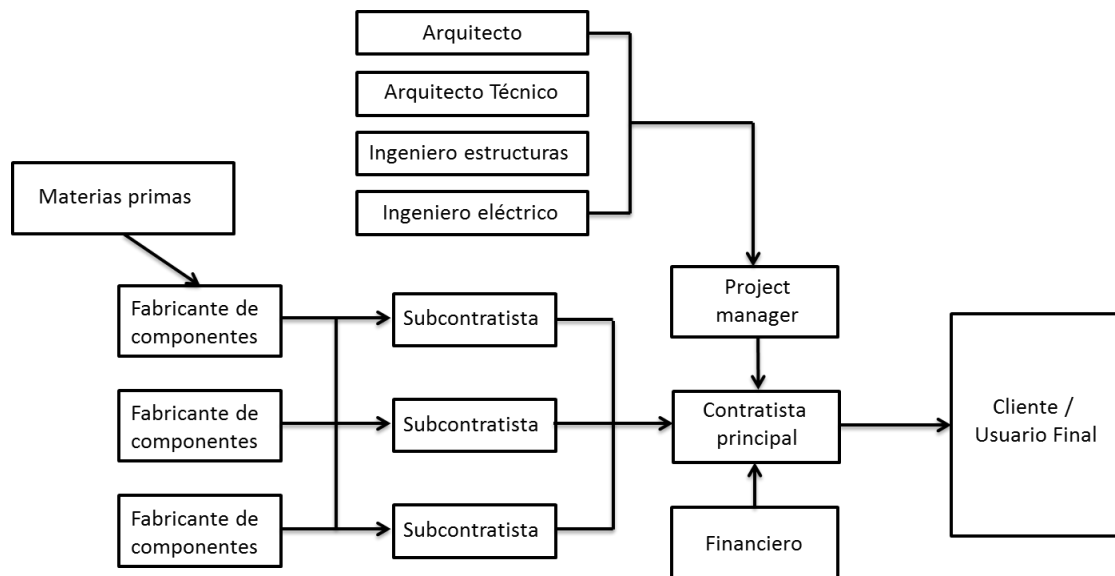


Fig. 30 Representación simplificada de la cadena de suministro en un proyecto de construcción.

Fuente: BIS (2013a).

¿Hasta dónde llega la cadena de suministro en un proyecto de construcción?

Una crítica realizada en algunos estudios del sector ha sido que las investigaciones realizadas hasta el momento se han limitado a las empresas directamente implicadas en el proceso de construcción y a la interacción entre ellas, dejando fuera a proveedores indirectos como son los fabricantes de materiales (DISR, 1999).

5.3.2 La cadena de demanda.

Como indica la Fig. 29 hay una parte de la cadena que corresponde a la demanda, en la que están tanto clientes como usuarios y otras organizaciones como las entidades financieras o la administración.

No hay que confundir la figura del cliente o usuario final con la figura del promotor. Aunque a veces coincida en una misma persona u organización, no siempre va a ser así. A menudo, el

cliente de la empresa constructora, con el que se establece un contrato, se puede considerar como cliente de primer nivel; un agente o inversor a menudo aparece en un segundo nivel; y el consumidor real del producto todavía no se conoce cuando se está realizando la construcción (Segerstedt & Olofsson, 2010). De esta forma se puede hablar de una cadena de demanda.

El concepto de cliente en el sector construcción es diferente del que se tiene en otras industrias. Para la industria manufacturera el concepto de cliente está más claro, es anónimo, es múltiple y no lidera el proceso de diseño y producción de su producto. Sin embargo en construcción el cliente de cada producto puede ser único y puede tener carácter de promotor, de impulsor del proyecto (Ortiz González, 2011); o puede ser como el de la industria manufacturera, adquiriendo un producto ya terminado y preparado para su uso.

Generalmente los estudios realizados sobre el funcionamiento de las cadenas de suministro de la construcción consideran a la organización del cliente (promotor o inversor) como la etapa final de la cadena (Vrijhoef R. , 2011).

Hay que tener en cuenta que en el mundo anglosajón, en el que el neoliberalismo está más extendido, el culto al cliente está mucho más arraigado. Así, considerarlo como fundamental para la gestión de la cadena de suministro puede que no constituya una gran novedad ya que muchas de las técnicas de gestión emergidas de estos países también lo considera. En los países con políticas menos neoliberales la satisfacción de otros actores, además del cliente, se ha tenido en consideración (Green & May, 2003).

Dentro de una cadena de suministro de la construcción, ¿cuál es el papel del cliente?

El papel del cliente (usuario final) varía en función del momento en el que éste aparece, momento en el que se produce el punto de desacoplamiento, aquel en el que el producto pasa de estar fabricado por las previsiones a estar impulsado por la demanda.

El papel del cliente (promotor) varía en función del grado de poder que tiene sobre diversas partes y sobre la totalidad de la cadena de suministro. En el sector de la construcción se ha considerado al cliente-promotor como el gerente de la cadena de suministro, sin embargo su influencia sobre la cadena de suministro está limitada, en mayor o menor grado dependiendo de la forma de entrega del proyecto elegida. Habitualmente el cliente elige y firma contratos con empresas específicas que gestionan el proyecto (arquitectos, gerentes de proyectos y contratistas) y estas empresas eligen a otras en base a las limitaciones y/o características del proyecto. La contratación de estas empresas está basada normalmente en el proceso de

licitación, y el precio más bajo determinará las que ejecutarán el proyecto. En esta forma de proceder el cliente cede el papel de la gestión estratégica a una tercera parte (London & Kenley, 1999).

Tradicionalmente, en la construcción de edificios, en el sector de la vivienda especulativa, los esfuerzos para maximizar el servicio al cliente se han limitado a la mejora de la investigación de mercado y al cuidado post-venta. Habitualmente los promotores se adelantan a la elección de los compradores, dejando poco margen a la personalización de las viviendas (Naim & Barlow, 2003). Sin embargo, la relación de las empresas con sus clientes ha evolucionado, la necesidad de las empresas de diferenciarse frente a los competidores les ha llevado a ofrecer servicios adicionales. Estos servicios, o soluciones integradas, se consiguen mediante el desarrollo de relaciones con los clientes a través de ofertas que pueden incluir servicios de postventa, paquetes financieros, apoyo técnico, etc... (Brady et al., 2005; Vrijhoef & De Ridder, 2007).

Uno de los problemas que se puede achacar a las pymes constructoras es que tienen un punto débil en su baja orientación al cliente (Domínguez, 2004).

5.3.3 Configuración en red.

En un enfoque sistémico, la cadena de suministro se puede considerar como una red de sistemas, subsistemas, operaciones, actividades y sus relaciones, en los que participan: proveedores, transportistas, plantas de fabricación, centros de distribución, minoristas, contratistas y subcontratistas (Cutting-Decelle et al., 2007).

Como ya hemos visto, la construcción se organiza en proyectos, por lo que se establecen cadenas de suministro específicas para cada proyecto.

La cadena de suministro específica de un proyecto de construcción es, en realidad, un sistema de múltiples cadenas de suministro que entregan todas las materias primas, los recursos humanos y la información necesaria para la finalización con éxito de un proyecto en el lugar donde debe surgir el producto final (Cox et al., 2006).

Pero, es raro que una empresa participe en una sola cadena de suministro (Cooper et al., 1997). De hecho, la gestión de los vínculos entre las organizaciones a través de las diferentes cadenas de suministro y su posterior enlace con el mercado, proporciona un sistema de suministro y de demanda complejo de estudiar (London & Kenley, 1999).

Considerando que las empresas participan a la vez en múltiples proyectos, tenemos una red formada por diferentes proyectos, empresas y recursos, que formarán diferentes cadenas de suministro que se tendrán que coordinar.

Visto que el sistema de suministro de la industria de la construcción está compuesto de muchas empresas, parte integral de la gestión de cadena de suministro es la comprensión de las interdependencias y la estructura subyacente de las cadenas de suministro y las prácticas de la industria (London & Kenley, 1999).

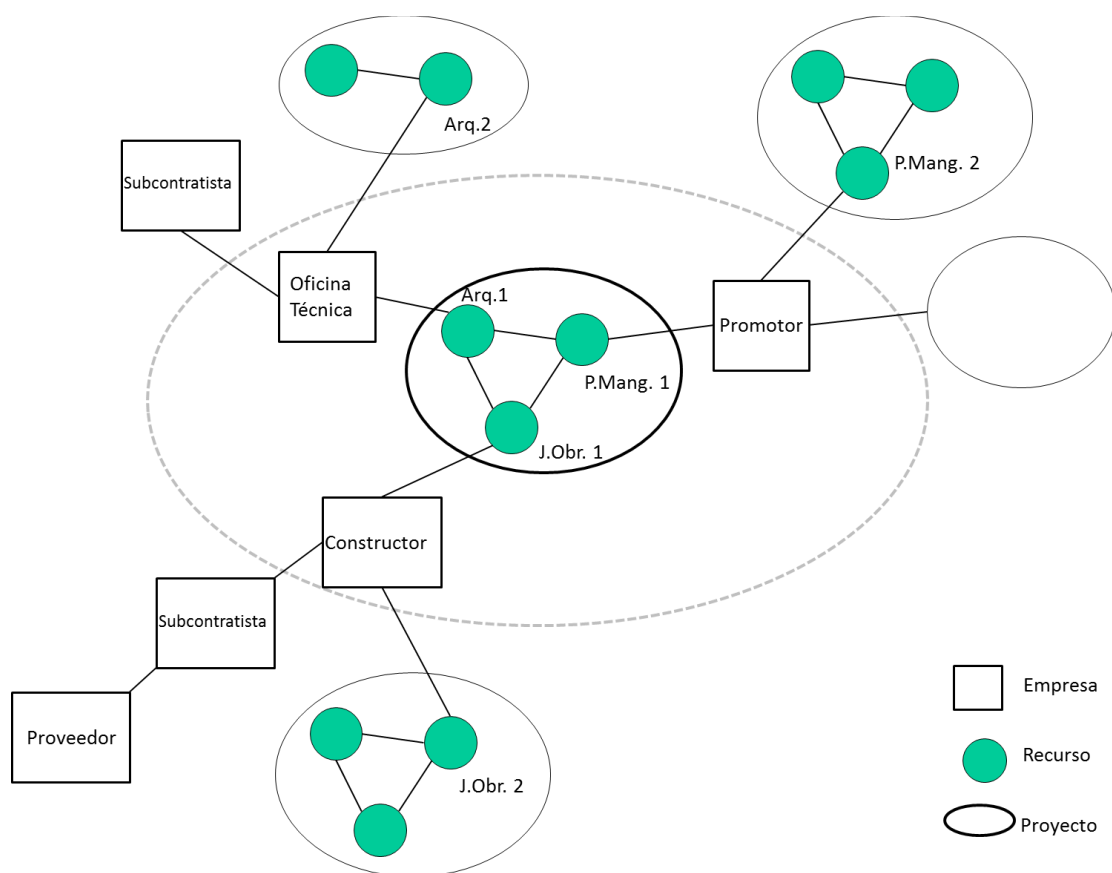


Fig. 31 El proyecto de construcción en su contexto de red.

Fuente: Elaboración propia a partir de Dubois & Gadde,(2000).

En la Fig. 31 se presenta un ejemplo en el que las empresas Promotora, Constructora y Oficina Técnica están involucradas en un proyecto de construcción. Su actuación en el proyecto consta de recursos de diversa índole (Project Manager-1, Jefe de Obra-1 y Arquitecto-1). Estas empresas también están involucradas en otros proyectos en los que tienen que coordinar sus actividades y recursos con diferentes conjuntos de otras empresas.

De esta forma, en el ejemplo, la Constructora debe tener en cuenta cuatro dimensiones diferentes de coordinación (Dubois & Gadde, 2000):

- i. La coordinación dentro del mismo proyecto (Jefe de Obra 1 con P. Manager 1 y Arquitecto 1).
- ii. La coordinación entre las empresas que participan en las cadenas de suministro (es decir Subcontratista y Proveedor).
- iii. La coordinación entre los diferentes proyectos de construcción.
- iv. Coordinación entre las empresas más allá del alcance del mismo proyecto (es decir con Promotora y Oficina Técnica).

Otro factor a tener en cuenta es el ámbito de actividad de una empresa, ya que puede cambiar de un proyecto a otro, llegando a ser muy diferente. En gran medida, el ámbito de actividad será consecuencia del método de entrega elegido, esto lo veremos en el punto 5.5.

5.3.4 Coordinación en las cadenas de suministro.

La organización en red que adoptan las cadenas de suministro supone que cada organización lleve a cabo únicamente aquellas funciones en las que puede alcanzar la excelencia. Si cada empresa de la red sólo realiza algunas funciones será necesario que alguien se encargue de coordinarlas e integrarlas. La función de integrador corresponderá a aquel que realiza la función dominante en el proceso de creación de valor (Capó-Vicedo et al., 2007).

Como hemos visto, un modelo que represente la cadena de suministro de la construcción para proyectos individuales parece una forma errónea, o por lo menos limitada, de ver el mundo real de la construcción (London K. , 2004). La Fig. 32 representa una estructura de una cadena de suministro para varios clientes.

Las empresas de la industria de la construcción trabajan juntas en constantes cambios de coaliciones en los diferentes proyectos de construcción (O'Brien et al., 1995). Esto implica la existencia de conflictos en la relación entre empresas, ya que las prioridades de un proyecto pueden entrar en conflicto con las de otro proyecto.

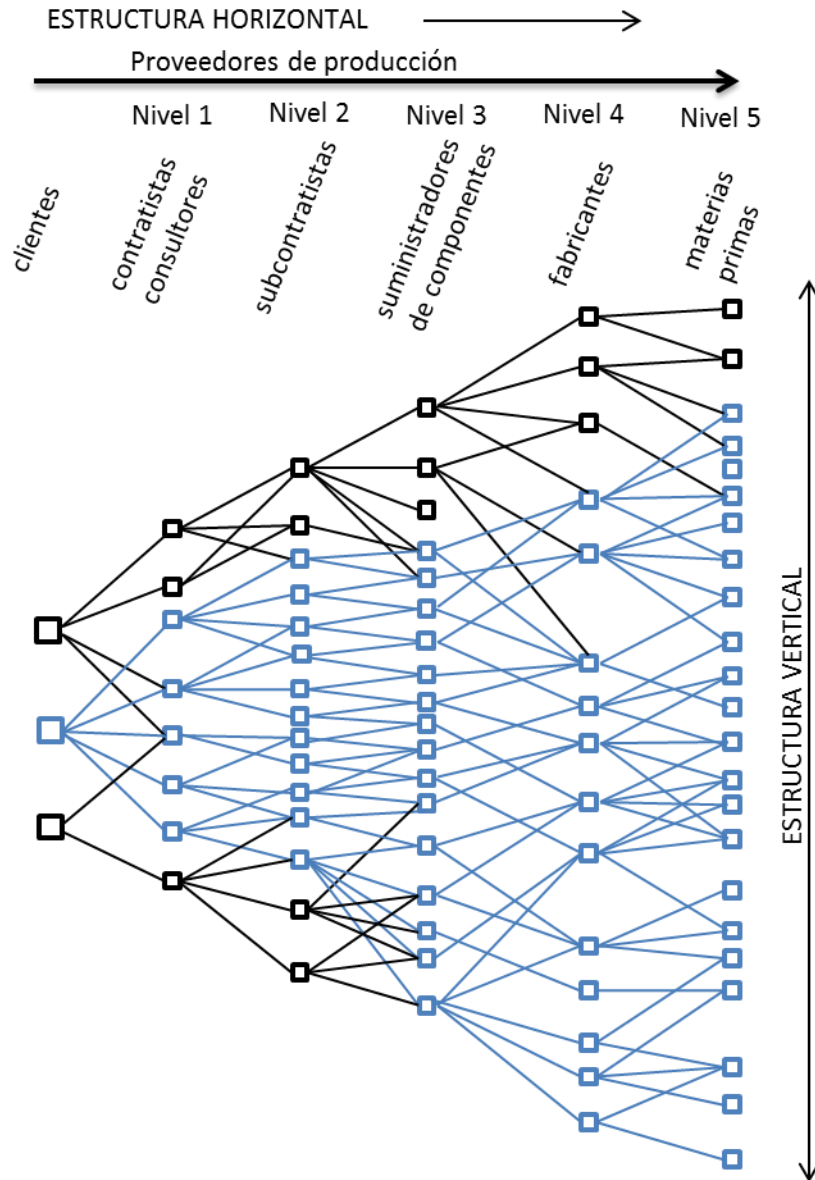


Fig. 32 Estructura de la cadena de suministro de la construcción para varios clientes.

Fuente: Elaboración propia a partir de London K. ,(2004)

Coordinación dentro de las empresas.

El hecho de que las empresas que intervienen en un proyecto también estén inmersas simultáneamente en otros proyectos, ¿en qué afecta a la cadena de suministro?

Un factor importante que hace compleja la construcción es que en una secuencia rígida de flujo de trabajo, el cambio de duración en el trabajo de cualquier especialista puede afectar a la duración de otros o incluso a la duración total del proceso de producción. Además las actividades no son sólo interdependientes secuencialmente sino también organizadas en

secuencias paralelas, es decir, en etapas superpuestas. La rigidez de secuencias y la superposición de etapas hacen que la coordinación sea difícil. (Dubois & Gadde, 2002). En el punto 5.8.1 de este trabajo, veremos los tipos de relación, según las interacciones que se producen entre los integrantes de las cadenas de suministro.

La intervención de las empresas de forma simultánea en múltiples proyectos crea la necesidad de establecer la forma de tomar decisiones para cada uno de ellos, que puede ser de forma centralizada o descentralizada. Vista la complejidad que se produce con respecto a las interdependencias, la descentralización y los ajustes locales parecen más adecuados que las actividades centralizadas y soluciones personalizadas. Pero hay que tener en cuenta que la toma de decisiones descentralizada en las organizaciones temporales hace que los líderes del proyecto se centren en la maximización de sus propios logros y recompensas. Con ello se podría llegar a actuar de manera que se contradigan los objetivos de la organización en su conjunto (Dubois & Gadde, 2002).

Las fuertes interdependencias entre las actividades realizadas en cada proyecto y los efectos de esta interdependencia en términos de extensión de tiempo y retrasos implican que cada empresa necesita en cierta medida recursos de holgura. Si no, los efectos que se producen por los retrasos en un proyecto, provocan la reacción en cadena a través de otros proyectos (Dubois & Gadde, 2002).

Coordinación con proveedores.

El suministro de materiales es importante para el cumplimiento de la producción en las obras. Si los materiales no están en la obra en el momento necesario, en las cantidades correctas, y sin ningún tipo de deficiencias, todo el plan puede estar en peligro (Dubois & Gadde, 2002). Por lo tanto, hay que analizar los flujos de materiales de una forma más holística, reconociendo que los fallos en el proceso de abastecimiento puede afectar el proceso de producción y a la calidad (Thunberg & Persson, 2014).

La mayor parte de los recursos de entrada utilizados en edificación han sido estandarizados. Además la cadena de actividades que se realizan, incluyendo transporte y almacenaje, desde el lugar de fabricación a las obras parece estar basado en normas estandarizadas (Dubois & Gadde, 2002). En teoría, esta estandarización facilita la coordinación con los proveedores

La Fig. 33 muestra de forma esquemática una cadena de suministro de materiales de construcción. En ella se puede ver que las materias primas son transportadas a fábricas donde

se elaboran componentes, que serán utilizados por otros fabricantes para ser ensamblados y formar los productos. Estos productos serán finalmente suministrados a las obras través de almacenes de distribución.

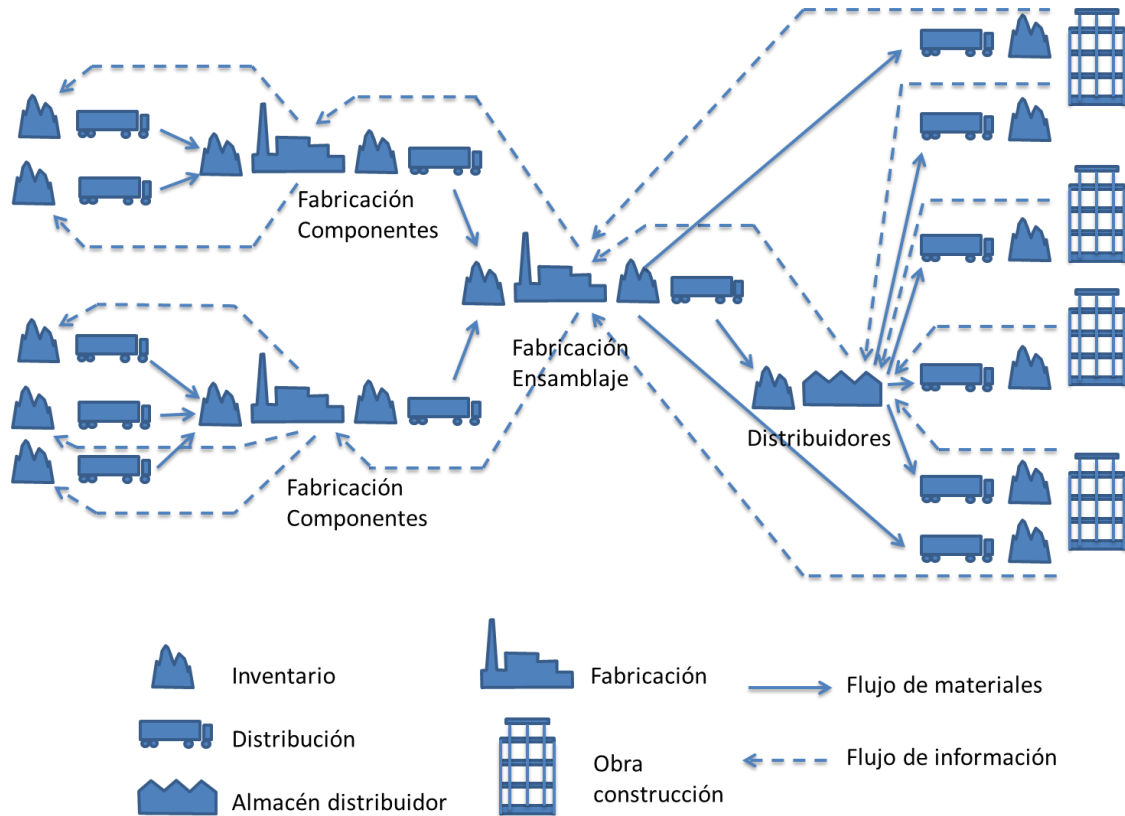


Fig. 33 Ejemplo de una cadena de suministro de materiales de construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir de Taylor & Bjornsson (1999).

En la Fig. 33 aparecen indicados los flujos de materiales y los flujos de información. Estos flujos de información se producen realmente en un doble sentido, ya que el cliente solicita las ofertas a sus proveedores para una determinada cantidad de producto, éstos le remiten las condiciones de precio y plazo de entrega, y finalmente el cliente realiza el pedido del material.

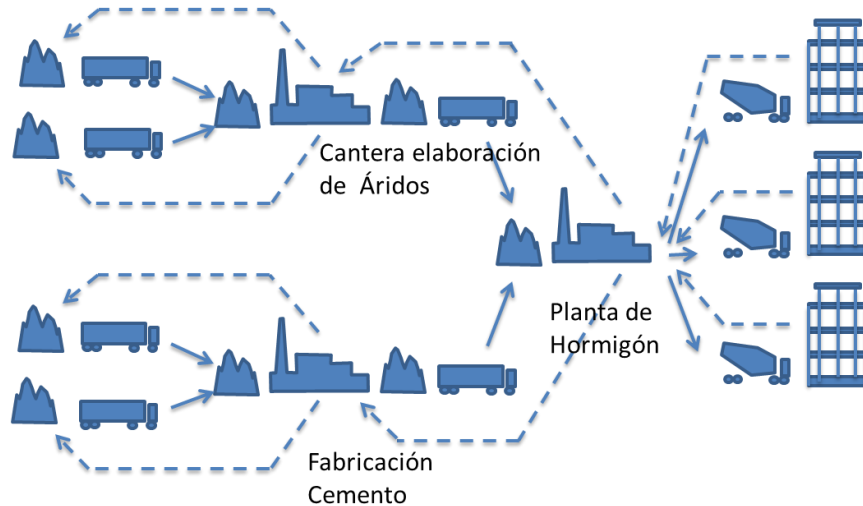
Cada uno de los nodos que encontramos en la cadena de suministro tiene que hacer una previsión de la producción, y ordenar las decisiones en base a la demanda que realizan sus clientes, su capacidad interna de producción y las limitaciones de sus proveedores.

Es cierto que los almacenes de distribución suelen emplearse como recursos de holgura en aquellas ocasiones en las que prever el volumen y el momento exacto en el que los materiales se van a utilizar resulta difícil. Pero los suministros de grandes cantidades normalmente se

realizan directamente desde la fábrica a la obra, mientras que solo los de menores cantidades se entregan a través de los almacenes de distribución (Dubois & Gadde, 2002).

En realidad cada producto tendrá una cadena de suministro más o menos compleja en función de sus características. En la Fig. 34 vemos dos ejemplos, la cadena de suministro del hormigón y del acero corrugado que se utiliza para la ejecución de estructuras.

CADENA DE SUMINISTRO DEL HORMIGÓN



CADENA DE SUMINISTRO DEL ACERO ELABORADO PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

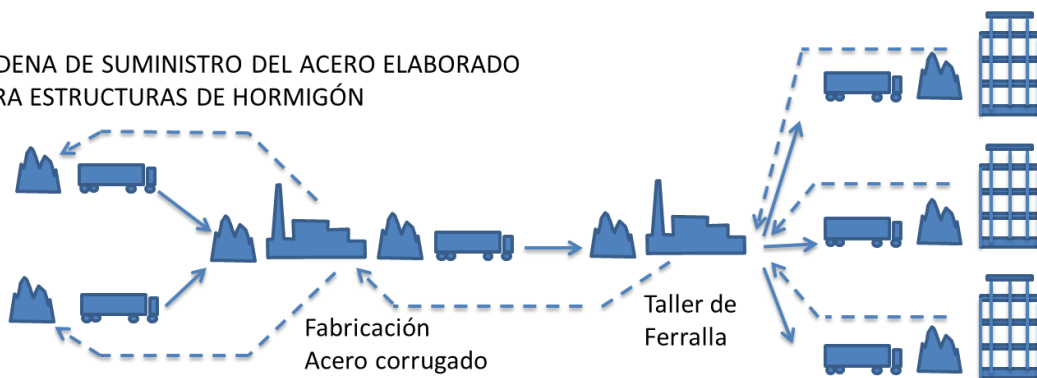


Fig. 34 Cadena de suministro del hormigón y del acero elaborado para estructuras.

Fuente: Elaboración propia.

En el sector de la construcción las relaciones con los proveedores o subcontratistas del proyecto se caracterizan por una comunicación informal, con lo que la ausencia de una

práctica formal es probable que sea problemática para las empresas (Fulford & Standing, 2014). De la Fig. 34 se deduce que, la cadena de suministro depende de los flujos de información, por ello la integración de la cadena de suministro requiere que todos los nodos de la red se puedan comunicar y compartan información actualizada y detallada. La incapacidad o la falta de voluntad para compartir esta información conduce a una demanda distorsionada y al fenómeno conocido como “efecto látigo” (Lee et al., 1997) que ya hemos visto en el apartado 2.2.2.

En los esquemas de las Fig. 33 y Fig. 34 puede verse la cantidad de inventario que puede llegarse a producir a lo largo de las cadenas de suministro. Si tenemos en cuenta el coste de estos inventarios, el sobrecoste para el cliente final es enorme, lo que justifica las iniciativas tomadas para la utilización de algunas técnicas de gestión enfocadas a la reducción de estos inventarios.

La adquisición conjunta reduce la distorsión de la demanda reduciendo así los costes de inventario en las cadenas de suministro. Para las cadenas de suministro de la construcción, las adquisiciones de materiales en común para varios proyectos y la constitución de grupos de compra por parte de múltiples empresas, reduciría los costes. Esta forma de contratación requeriría que la información y la planificación se coordinasen a lo largo de toda la cadena de suministro.

En los últimos años, los almacenes de distribución de materiales, minoristas, sí que se han constituido en cadenas bajo una misma marca, para poder realizar pedidos por unas cantidades económicas importantes, logrando economías de escala que mejoran la eficacia global de la cadena. Sin embargo esta práctica todavía no se ha visto aplicada por empresas contratistas.

Hay que tener en cuenta que en cada proyecto siempre habrá un cierto grado de compras tradicionales y un cierto grado de compras específicas del proyecto, lo que sugiere que la cadena de suministro puede ser descrita como parcialmente estable y parcialmente específica para cada uno de los proyectos (Koch et al., 2010).

5.3.5 Tipos de empresas

Las empresas que intervienen en la industria de la construcción, que en su conjunto son de características muy dispares, pueden clasificarse en tres grupos: las pertenecientes a la red de suministro, las empresas basadas en proyectos y las del sector inmobiliario (DISR, 1999).

El grupo de empresas de la red de suministro incluye a los oficios que intervienen tradicionalmente en la construcción, los fabricantes y distribuidores de materiales y los suministradores de maquinaria, equipos y herramientas. Este grupo contiene la mayor parte de las empresas del sector. Las empresas de oficios, normalmente subcontratistas de las constructoras, son de pequeño tamaño, con pocos empleados. Por otra parte, los proveedores de materiales se pueden dividir en distribuidores, empresas de tamaño medio, y fabricantes, generalmente grandes empresas.

Estas empresas de la red de suministros tienen diferentes posiciones de poder para negociar las condiciones de suministro respecto a los contratistas. Algunos de los subcontratistas son altamente dependientes de un pequeño número de contratistas para obtener su carga de trabajo. Sin embargo otros proveedores, especialmente los de materiales estandarizados, son más grandes que sus clientes, y cuentan con mayor poder para la fijación de precios (BIS, 2013b).

En el grupo de las empresas que basan su actividad en proyectos se encuentran los diseñadores, arquitectos, ingenieros, gestores de proyecto y constructoras.

Entre las empresas del grupo del sector inmobiliario incluimos a las promotoras, empresas inversoras que en la mayoría de casos inician el proceso de los proyectos de construcción. El resto de empresas que podríamos incluir en este grupo son las de administración, arrendamiento o comercialización de los edificios. Consideramos que estas últimas están fuera del proceso constructivo.

Esta clasificación de las empresas es importante, ya que como hemos visto la actividad de la construcción se organiza en proyectos. Las empresas que basan su actividad en proyectos verán las cadenas de suministro desde una perspectiva, que puede ser muy diferente a la que tienen las empresas que no organizan su actividad alrededor de proyectos.

En la Fig. 35 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra una cadena de suministro según el esquema aportado por Vrijhoef & Koskela (2000), sobre el cual se identifican que tipos de empresas pertenecen a la red de suministro, las empresas basadas en proyectos y las del sector inmobiliario.

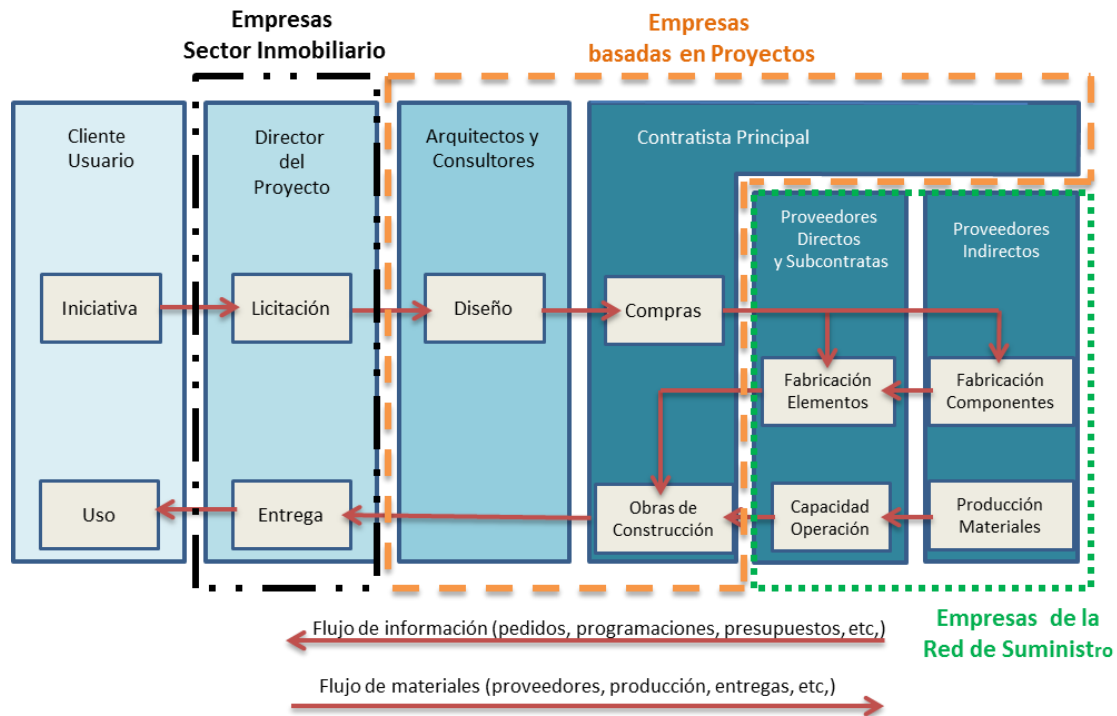


Fig. 35 Tipos de empresas de una cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de la cadena de suministro de Vrijhoef & Koskela(2000).

Si bien la forma de organizar el proceso constructivo es similar desde hace décadas, en los últimos años sí que se han producido algunos cambios que afectan a la cadena de suministro. Por ejemplo, en la construcción de edificios comerciales cada vez son menos los usuarios que los adquieren en propiedad, buscándose inversores que los construyan a cambio de contratos de alquiler a largo plazo. Estos inversores no usuarios tienen diferentes objetivos y requisitos que afectan a la cadena de suministro (DISR, 1999).

5.3.6 Agentes del proceso edificatorio.

Para conocer cómo funciona la cadena de suministro de la construcción es necesario conocer quiénes la componen, qué papel juegan, qué obligaciones tienen y en qué fases del proyecto de construcción intervienen.

En la legislación española, la LOE (Ley de Ordenación de la Edificación) de 1999, regula las obligaciones y responsabilidades de los agentes que participan en el proceso de la edificación.

Según dicha ley los agentes que intervienen en la edificación, y que por lo tanto estarán formando parte de la cadena de suministro, son:

- El promotor.
- El proyectista.
- El constructor.
- El director de obra.
- El director de ejecución de la obra.
- Organismos de control de calidad.
- Suministradores de productos.
- Propietarios y usuarios.

Si bien la ley, al hacer mención de la mayoría de los agentes, esté hablando de personas físicas, en la mayoría de los casos serán empresas las que intervengan como promotora, constructora, ingeniería o despacho de arquitectura.

Aunque la Ley de Ordenación de la Edificación deja fuera a la figura del Project Management o Dirección Integrada de Proyectos (Ballesteros, 2008), debemos considerarla, ya que cada vez este agente está más presente en las obras de edificación y su participación contribuye al tipo de cadena de suministro que se genera en el proyecto.

Otro agente que la LOE no regula adecuadamente es la del subcontratista, solamente aparece mencionado cuando se establecen las obligaciones del constructor. En el año 2006 apareció la Ley reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, que sí que trata a este agente, aunque lo hace con el objetivo de reducir la siniestralidad en el sector y no para establecer de forma adecuada una norma reguladora de su actividad. Para el legislador, el encadenamiento sucesivo e injustificado de subcontrataciones, generalizado en los años anteriores al 2006, opera de forma progresiva en el menoscabo de los márgenes empresariales y de la calidad de los servicios proporcionados. Esta merma llega hasta el punto de que, en los últimos eslabones de la cadena, tales márgenes son prácticamente inexistentes, favoreciendo el trabajo sumergido, justo en el elemento final que ha de responder de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores que realizan las obras.

El promotor.

Las empresas que actúan como promotoras pueden ser usuarios finales del producto o intermediarios. Esta distinción resulta importante, ya que como veremos en el punto 5.4, el tipo de promotor condiciona la forma de iniciar la producción, y esta forma de iniciarla dará lugar a diferentes cadenas de suministro.

Los promotores que son usuarios finales generalmente son: las empresas industriales que construyen o reforman una fábrica; las empresas de distribución que construyen sus propios centros comerciales; los particulares o comunidades de propietarios que promueven construcciones para su propio uso.

Las decisiones del promotor sobre las empresas que deben participar en el diseño y construcción afecta notablemente a la cadena de suministro (London & Kenley, 1999). Además, las empresas constructoras enfocan su actividad en función de los clientes a los que quieren prestar sus servicios (Domínguez, 2004).

El promotor puede desarrollar su parte del trabajo de dos formas diferentes:

- De forma directa, con personal de su propia organización que se ocupa de buscar el suelo, realizar estudios de mercado, negociar su adquisición, buscar financiación, contratar proyectista, definir las necesidades, contratar constructora, etc.
- De forma indirecta, contratando parte o la totalidad de los trabajos con una empresa especializada (consultora o Project Manager).

El diseñador o proyectista.

En la cadena de suministro encontraremos que el proyectista, Arquitecto o Ingeniero, en numerosas ocasiones, subcontrata parte de su trabajo a otros técnicos. El cálculo estructural o la medición y presupuesto son partes que suelen subcontratarse.

Los proyectos de edificación pueden realizarse en dos fases, los llamados proyectos básicos, donde se realiza el diseño del edificio; y los proyectos de ejecución, donde se definen las estructuras, instalaciones y todos los elementos constructivos que los detallan.

Esta separación entre diseño y definición de los elementos constructivos, abre la posibilidad a que los promotores contraten un técnico exclusivamente para diseñar y recoger las necesidades del edificio que necesitan y traspasen al contratista el proyecto que defina las unidades de obra que se tienen que realizar.

La contratista o constructora.

En numerosos casos se ha discutido sobre si el contratista y el constructor son dos figuras diferentes o la misma. Esta discusión se da cuando el promotor contrata a una empresa la realización de su edificio, pero esta empresa no lleva a cabo directamente la ejecución

material de la obra, sino que contrata a una empresa constructora para que la realice. Actualmente, en España, la LOE establece una relación contractual directa entre promotor y constructor. No tendrá condición de constructor aquel empresario que, pese a realizar la actividad propia de éste, no haya contratado directamente con el promotor. Por lo tanto, podemos decir que el contratista y el constructor o la empresa constructora son lo mismo. En los casos en que una empresa, habitualmente constructora, realiza trabajos para una empresa que no es el promotor, pasa a ser una subcontrata.

Cuando el promotor realiza directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, también tiene la consideración de contratista (Ministerio de Fomento, 2006).

Se establecen para el constructor la obligación de designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra (Ministerio de Fomento, 1999). El jefe de obra terminará siendo el máximo responsable en obra de coordinar a todos los proveedores y subcontratistas que intervienen, estableciendo y controlando la planificación de los trabajos. En algunos casos, según la organización de la empresa constructora, también recae sobre el jefe de obra la contratación de proveedores y subcontratistas y la aprobación de la liquidación económica de los trabajos realizados. Es por lo tanto un participante clave para el funcionamiento de la cadena de suministro de un proyecto de construcción.

La LOE establece como obligatorio el seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5 por 100 del importe de la ejecución material de la obra. Generalmente el constructor ve cómo se le retiene este 5% de su facturación durante el periodo de un año, salvo en los casos que se le permite sustituirlo por un aval bancario como garantía. Sin embargo la ley no establece la obligatoriedad para los subcontratistas de esta misma retención en concepto de garantía, sino que hace directamente responsable a la constructora, cuando subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

Las retenciones, como hemos visto en el punto 4.2.1 de este trabajo, son una de las causas de problemas en la cadena de suministro. Las constructoras, obligadas por la ley, no tienen otra opción que aceptarlas o sustituirlas por otras formas de garantía. Los subcontratistas no están dispuestos a aceptar de buen grado las retenciones, lo que provoca que sea motivo de negociación en los contratos.

El subcontratista.

Los subcontratistas son empresas especializadas en un trabajo concreto. La subcontratación permite en muchos casos un mayor grado de especialización, de cualificación de los trabajadores y una más frecuente utilización de los medios técnicos que se emplean, lo que influye positivamente en la inversión en nueva tecnología (Ministerio de Fomento, 2006).

La Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, establece unos niveles máximos de subcontratación, lo que condicionará a la cadena de suministro. Estos niveles son:

- El promotor podrá contratar directamente con cuantos contratistas estime oportuno ya sean personas físicas o jurídicas.
- El contratista podrá contratar con las empresas subcontratistas o trabajadores autónomos la ejecución de los trabajos que hubiera contratado con el promotor.
- El primer y segundo subcontratistas podrán subcontratar la ejecución de los trabajos que, respectivamente, tengan contratados, salvo en los supuestos previstos en la letra f) del presente apartado.
- El tercer subcontratista no podrá subcontratar los trabajos que hubiera contratado con otro subcontratista o trabajador autónomo.

El trabajador autónomo no podrá subcontratar los trabajos a él encomendados ni a otras empresas subcontratistas ni a otros trabajadores autónomos.

Asimismo, tampoco podrán subcontratar los subcontratistas, cuya organización productiva puesta en uso en la obra consista fundamentalmente en la aportación de mano de obra.

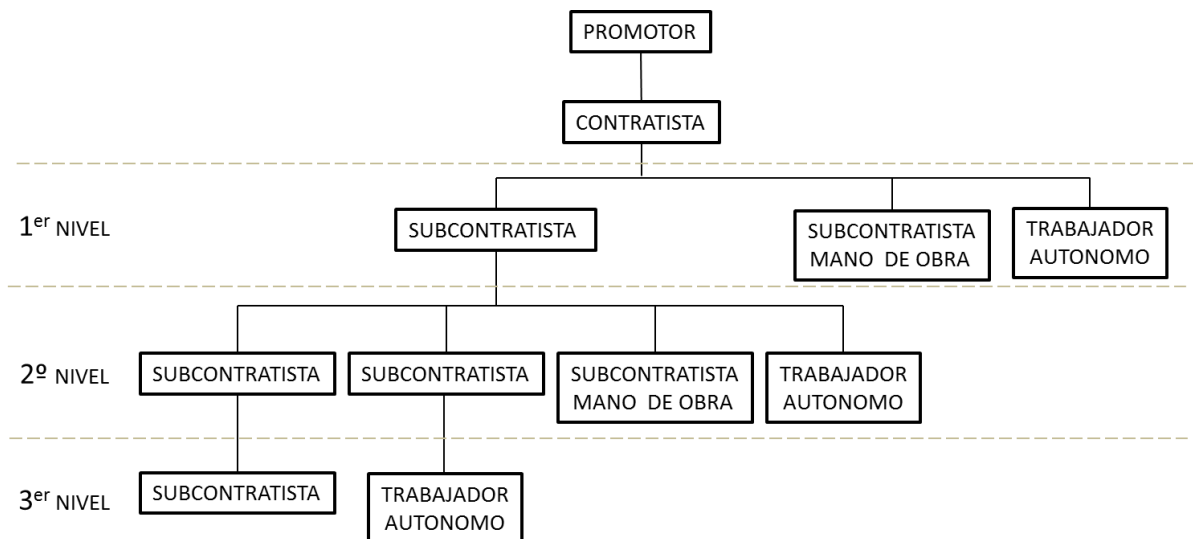


Fig. 36 Niveles de subcontratación permitidas por la Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Fuente: Elaboración propia.

El director de obra.

El director de obra puede ser el mismo técnico que ha realizado el proyecto u otro diferente. Esto abre, como se verá en el apartado 5.5, la posibilidad de cambios en la cadena de suministro, ya que permitiría pasar de estar vinculado a la organización del cliente a estar vinculado con la empresa contratista.

En cualquier caso, quien acepta la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista (Ministerio de Fomento, 1999). De esta forma, si la organización del cliente delega su contratación a la empresa contratista, puede derivar las responsabilidades económicas debidas a deficiencias en el proyecto.

El director de la ejecución.

Al director de la ejecución de la obra se le establece la obligación de elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas (Ministerio de Fomento, 1999). En las cadenas de suministro se producen grandes tensiones entre contratista y subcontratistas y entre contratista y promotor, como consecuencia de la aprobación de pagos por los cambios realizados en la obra respecto al proyecto o contrato firmado, el director de ejecución es el agente encargado de solucionarlos.

Entidades de control de calidad.

La función de estas entidades, asegurar la calidad de los materiales y de algunas partes específicas de los edificios, realmente les ha sido delegada por la administración, que es quien debe garantizar unos mínimos niveles de calidad en las viviendas. Por ello estas empresas están reguladas y deben estar acreditadas por la administración.

Suministradores de productos.

Para los proveedores de productos se establece la obligación de realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable (Ministerio de Fomento, 1999).

La normativa española considera que todos los intervinientes en la cadena de suministro de un producto, y no solo quien vende el producto al constructor o al subcontratista, asumen responsabilidades como suministradores, aunque no tengan contacto directo con la obra en la que se utilizan los materiales. Podemos considerar que es una forma de reconocer la importancia de la cadena de suministro en la construcción.

Propietarios y usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente (Ministerio de Fomento, 1999).

Project Management o Dirección Integrada de Proyectos (DIP).

El desarrollo de los procesos de gerencia de proyectos, impulsado desde el mundo anglosajón, ha introducido otros agentes en el mundo de la edificación que todavía no están regulados por ninguna normativa española (Ballesteros, 2008).

La figura del Project Manager en el mundo de la construcción surgió en Estados Unidos en los años sesenta, en un momento de grandes tensiones inflacionistas que hacían necesarios sistemas organizativos dentro del sector como el “design and build” o “llave en mano”. El objetivo que se perseguía con la introducción de este agente era doble, por un lado mitigar la creciente complejidad de los proyectos, y por otro controlar su duración, que a su vez derivaba

en una mayor dificultad de controlar los costes como consecuencia del constante aumento de los precios y los tipos de interés (Fernández L. , 2013).

En España, a partir de los años 90, se comienza a utilizar la figura del Project Manager a través de los inversores institucionales extranjeros en grandes proyectos (Ballesteros, 2008). La mayoría de las organizaciones dedicadas al Project Management en la construcción se han creado como departamentos dentro de las grandes Ingenierías que se dedican a la elaboración de proyectos, como una forma de diversificar, o dentro de las empresas inmobiliarias, para gestionar sus propias promociones. En los últimos años ya han aparecido organizaciones, desvinculadas de las ingenierías, que se dedican exclusivamente a realizar estos servicios para promotores independientes o para empresas que necesitan construir locales para su propio uso, generalmente oficinas, locales comerciales o instalaciones industriales.

Sin embargo, el camino hacia la utilización generalizada del Project Management en la edificación en España es complicado debido a los muchos agentes (arquitectos, arquitectos técnicos y grandes contratistas) que prefieren mantener los sistemas de adquisición y las rutas contractuales tradicionales, de las que más se benefician (Garrido-Hernández, 2002).

La figura del Project Management aporta los recursos y la metodología necesaria para planificar, dirigir y controlar todos y cada uno de los factores que participan en el proceso de diseño, planificación y ejecución de un proyecto de construcción. Si las funciones que realiza se limitan únicamente a la fase de ejecución de una obra se denomina Construction Management, pasando a denominarse Project Management cuando engloba funciones complementarias que pueden iniciarse antes incluso de la concepción del proyecto (Ballesteros, 2008).

Las empresas de Project Management pueden influir notablemente en el tipo de cadena de suministro que encontremos en un proyecto, dependiendo de cómo realicen sus funciones. Pueden gestionar la cadena de suministro de dos formas:

- Contratando el proyectista que desarrolle el diseño y una constructora que actúa como contratista principal. (Funciones desarrolladas tradicionalmente por el promotor).
- Contratando el proyectista que desarrolle el diseño, una constructora y todas las empresas que realizan trabajos que la constructora no puede realizar con su propio personal.

Estas dos formas de gestionar suponen grandes diferencias para la cadena de suministro del proyecto, debido a que si el Project Management se encarga de la contratación de proveedores y subcontratistas se convierte en el integrador de la cadena de suministro.

La implantación de la figura del Project Manager en las obras de edificación en España no ha estado exenta de algunos problemas, especialmente en su relación con la dirección facultativa de la obra. Los trabajos de Project Manager son generalmente desarrollados por técnicos relacionados con la construcción, arquitectos, arquitectos técnicos o ingenieros, cuya función debe ser controlar y coordinar a todos los intervinientes para que los técnicos de la dirección facultativa realicen sus funciones de forma adecuada. Sin embargo, en no pocas ocasiones, el Project Manager se dedica a suplir las carencias de la dirección de obra, lo que termina creando confusión en toda la cadena de suministro (Ballesteros, 2008).

La forma de evitar los problemas derivados de las confusiones en las funciones que debe realizar el Project Manager es su definición en los contratos realizados a todos los intervinientes en el proyecto (Pellicer & Victory, 2006; Ballesteros, 2008)

5.4 FORMAS DE INICIAR LA PRODUCCIÓN.

La manera de iniciar el proceso de producción marca diferencias en el tipo de cadena de suministro que se establece (Naim & Barlow, 2003).

Tengamos en cuenta que la industria de la construcción se ocupa tanto de la producción en masa como de la personalización de parte de su producción, ya sea de alto o bajo volumen. Esto la convierte en una industria compleja, con muchos tipos diferentes de cadena de suministro (London & Kenley, 1999).

Habitualmente las organizaciones de los clientes son las que han desempeñado el papel dominante en el comienzo de los proyectos de construcción, tomando la decisión sobre la forma en que la contratación se lleva a cabo (Briscoe et al., 2004). Como ya se ha visto en el apartado 5.3.6, hay una amplia gama de tipos de clientes. El actor que dé inicio al proceso puede ser el usuario final, predominante en el caso de vivienda unifamiliar, o un cliente profesional, comúnmente en proyectos multi-vivienda. En el caso del usuario final la empresa constructora está en el punto focal de la cadena; mientras que en el caso de proyectos impulsados por clientes profesionales éstos pueden ser los integradores de las cadenas de suministro (London & Kenley, 2000).

Los sistemas de control de la producción, basados en el momento en que se produce la demanda real, pueden clasificarse en sistemas tipo “push” y sistemas tipo “pull”. Los sistemas “push” (empujar) trabajan con previsiones de demanda, cumpliendo un programa de producción previamente establecido por adelantado. Los sistemas “pull” (tirar) trabajan en función de las necesidades y la demanda de los clientes.

En un sistema híbrido “push-pull” algunas etapas de la cadena de suministro, generalmente las iniciales, son operadas en sistema “push”, mientras que las etapas restantes emplean una estrategia “pull” (Simchi-Levi et al., 2008).

Hoekstra y Romme introdujeron en 1985 el concepto de “Customer Order Decoupling Point” en los sistemas de control de la producción. Este concepto se refiere al punto de desacoplamiento, aquel en el que el producto pasa de estar fabricado por las previsiones a estar impulsado por la demanda, sistema “pull” (Hoekstra & Romme, 1992). A partir de ahí un producto es personalizado para satisfacer las necesidades de un cliente específico. En este punto será en el que se produzca el inventario, en el que las acciones de estrategia son un

amortiguador entre las fluctuantes órdenes de los clientes y la salida de la producción sin problemas, afectando de este modo a alguno de los proveedores de la cadena de suministro.

Con este concepto, las empresas industriales se han intentado clasificar basándose en el grado de personalización del pedido que permiten a sus clientes. ¿Se puede aplicar esta clasificación a las empresas de la construcción?

Según el momento en que la producción pasa a ser de tipo “pull”, Hoekstra y Romme en (1992) desarrollaron cinco tipos diferentes de estrategias en la cadena de suministro, representados en la Fig. 37.

Este concepto de Hoekstra y Romme no significa que cada vez que se recibe un encargo por parte de un cliente éste se ponga en marcha. Realmente existen tres formas muy habituales de trabajar con los encargos: la agrupación de los pedidos, los tamaños de lotes mínimos o el trabajo a la orden.

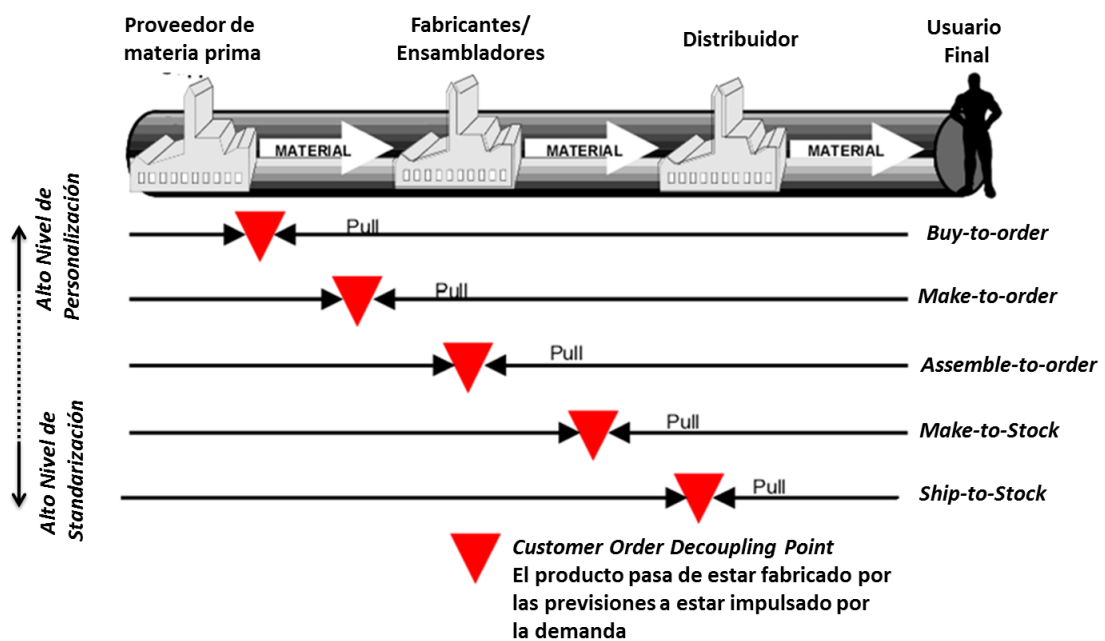


Fig. 37 Estrategias de la Cadena de Suministro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra & Romme,(1992).

Un sistema de producción basado en una estrategia “pull”, estrategia hacia el consumidor final, reduce los inventarios, es más estable y permite mejores controles de los tiempos de entrega, mejor fiabilidad en el suministro y la reducción de la gestión. A pesar de todo, los

sistemas “pull” necesitarán de una previsión sobre la producción que permita gestionar la capacidad de las cadenas de suministro.

A partir de los cinco tipos diferentes de estrategia introducidos por Hoekstra y Romme, varios autores han ido introduciendo nuevos tipos y nuevos conceptos. ¿Cómo se adaptan a las actuales formas de construcción de edificios?

Construcción inmobiliaria especulativa (“Ship-to-stock”).

En las viviendas producidas en masa, será un inversor o promotor el que ponga en marcha el proceso, se puede decir que estamos frente a un sistema “push”, ya que se produce en previsión de una futura demanda.

Durante muchos años, en la construcción existía la idea generalizada de que todo se vende, casi independientemente de la calidad o de quien sea el cliente, llevando a la adopción de un sistema “push” en toda la cadena de suministro. Esto es la construcción inmobiliaria especulativa, donde promotores de viviendas compran terrenos y desarrollan la construcción de casas antes de que un comprador identificado realice un pedido, eliminando completamente cualquier opción de personalización (Barlow et al., 2003).

Además, apoyados por una fácil financiación bancaria, a finales de la década de los 90, muchos constructores pasaron a ser promotores de viviendas, con lo que la figura del cliente prácticamente desapareció. Se construía lo que convenía a la empresa constructora, olvidándose de las necesidades de los clientes finales, y éstos asumían lo que se les ofrecía, ya que era mayor la demanda que la oferta. Se trataba de una producción “ship-to-stock” (STS).

En este tipo de producción la cadena de suministro es muy eficiente. Los problemas que genera esta estrategia son: el riesgo de obsolescencia de las viviendas terminadas; y, por su propia naturaleza, que ofrece una selección limitada para el cliente (Barlow et al., 2003).

La industria de la construcción se ha contentado con adoptar un enfoque clásico para satisfacer las necesidades de los clientes centrado en la segmentación del mercado. En este sistema los clientes se dividen en grupos homogéneos y se desarrolla el producto pensando en satisfacer las necesidades de cada grupo objetivo (Barlow et al., 2003). A pesar de utilizar estas estrategias de segmentación sigue siendo una producción STS.

Así pues, ¿la industria de la construcción de edificios es un sistema “push”? Desde una perspectiva más razonable, la cadena de suministro de la construcción, vista de forma general,

se puede clasificar como un sistema híbrido “push-pull”. En la construcción de edificios nos encontramos que la producción puede estar lanzada como consecuencia de varios tipos de demanda. En la construcción de viviendas, para el inicio de la actividad, son tan frecuentes los casos de encargo como los de producción en masa.

Autopromoción (“Concept-to-order”).

En el caso de la autopromoción es el cliente final quien encarga la vivienda y quien la va a utilizar. En consecuencia será éste quien inicie el proceso con la compra del solar y el encargo a un arquitecto de la casa que desea realizar. En esta producción personalizada o autoconstrucción, en la que cada proyecto se desarrolla para un cliente individual con unos requisitos específicos, el punto de desacoplamiento se encuentra en la etapa de diseño, se trata de una producción “concept-to-order” (CTO), ver Fig. 38. En este caso estamos frente a un sistema de producción “pull”, bajo demanda del cliente, con un diseño a la orden. El integrador del sistema en este caso es el propio cliente que sirve de enlace entre el arquitecto, la constructora y los organismos oficiales; pero la empresa focal para la cadena de suministro generalmente termina siendo la constructora. Esta situación se suele dar con clientes de alto poder adquisitivo, que demandan vivienda más exclusiva.

En este tipo de producción no existe el riesgo de obsolescencia del stock, ya que el producto está configurado para las necesidades del cliente final, pero necesita una cadena de suministro flexible que ofrezca un alto grado de elección (Barlow et al., 2003).

En la producción CTO, cada producto o proyecto, es único y el cliente normalmente está muy comprometido en el proceso de diseño (Gosling et al., 2014)

Adquisición con diseño (“Engineer-to-order”).

La producción “engineer-to-order” (ETO), es menos frecuente en la construcción, pero se da en algunos casos en los que el cliente compra el solar con un diseño o idea ya realizado, de forma que es el proceso de ingeniería y la construcción la que se inicia cuando el cliente aparece, ver Fig. 38.

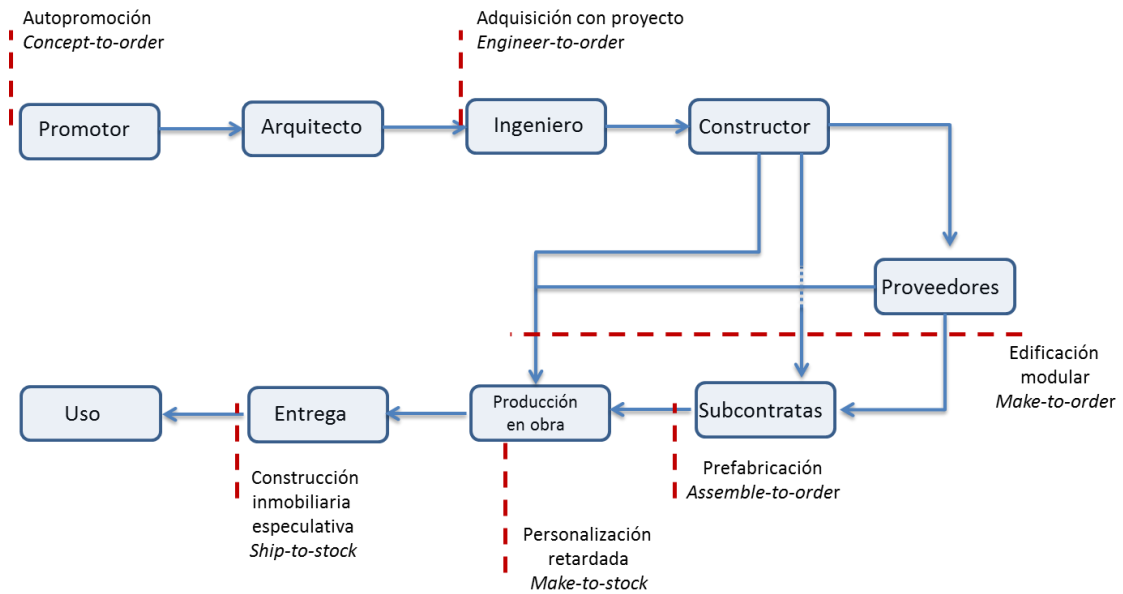


Fig. 38 Diferentes tipos de producción en la construcción de edificios según el momento de la demanda. Fuente: Elaboración propia a partir de Bossink & Vrijhoef (2009).

Tanto en la producción ETO como en la CTO las cadenas de suministro suelen establecerse específicamente para cumplir un solo proyecto, debido principalmente a la falta de regularidad en la demanda que se da en estos tipos de producción. Las características de los mercados ETO limitan significativamente la aplicación de los métodos de gestión de las cadenas de suministro, ya que necesitan de la repetición en sucesivos proyectos para beneficiarse de conceptos como el aprendizaje.

Edificaciones modulares (“Make-to-order”).

La configuración a la orden se basa en módulos y piezas estándar que pueden configurarse según las necesidades del cliente. Este tipo de sistemas de construcción son infrecuentes en Europa (Segerstedt & Olofsson, 2010). En Japón la construcción a partir de componentes estandarizados o sistemas modulares para viviendas individuales sí que es más común, casi un tercio de la producción (Barlow et al., 2003).

Edificaciones prefabricadas (“Assemble-to-order”).

También existen empresas que realizan productos estandarizados, especialmente en el mercado de vivienda aislada, donde el cliente selecciona un modelo entre una gama de

productos, con posibilidades de personalización solamente en algunos acabados. Este tipo de vivienda suele ser de madera o de prefabricado de hormigón.

Esta forma de producción, en la que el proveedor o fabricante es el dominante en la cadena de suministro, está enfocada a la producción de edificios de bajo coste.

Personalización retardada (“Make-to-stock”).

Una estrategia para realizar una producción híbrida “push-pull” es la estrategia de personalización retardada, muy utilizada en el sector del automóvil, según la cual todos los productos son fabricados de la misma forma hasta que se realiza la fase de acabados en la que se personalizan, introduciendo algunos módulos diferentes según la demanda del cliente, con lo que pueden obtenerse un gran número de modelos diferentes de productos finales.

El principal problema de este tipo de cadena de suministro es el desarrollo de estrategias que permitan acortar el tiempo de espera para personalizar los productos (Vrijhoef R. , 2011). Un tipo de personalización similar en la construcción se ha llevado a cabo en algunas promociones de viviendas en las que se deja a elección de los compradores algunos de los acabados. Habitualmente éstos son, entre otros: el modelo de alicatados, los acabados de los muebles de cocina, los colores de la pintura de las paredes o los electrodomésticos. Este grado de personalización es limitado a nivel de elección, a través de listas predefinidas de opciones, con el fin de lograr economías de escala en los procesos de construcción (Barlow et al., 2003).

Estudios realizados en el sector de la construcción han destacado el potencial de los enfoques masivos personalizados para equilibrar la cantidad de diseño a medida con los principios de producción en masa (Barlow et al., 2003).

Las cadenas de suministro repetitivas son normales de MTS, mientras que, como ya hemos comentado, en las industrias basadas en ETO, donde la producción es muy personalizada, las cadenas de suministro son muy poco repetitivas.

En la edificación de tipo comercial se producen casos similares, algunos locales son construidos bajo demanda, con especificaciones de un cliente que hará uso de ellos, y otros pueden estar construidos dentro de centros comerciales donde permanecerán inacabados hasta que se produzca esa previsible demanda por parte de un cliente final.

Independientemente de cómo se inicie la actividad de la cadena de suministro, dentro de ella nos vamos a encontrar con proveedores que actúan bajo previsiones de demanda y otros

que lo harán bajo pedido desde un determinado punto, en el cual el producto pasa a estar impulsado por la demanda.

Un ejemplo en el que un producto en un determinado punto pasa a estar impulsado por la demanda es el de las carpinterías de aluminio. Las ventanas se realizan según las características establecidas en los proyectos, pero los talleres o los distribuidores suelen tener perfiles que han sido fabricados en previsión de la demanda, a falta del lacado que será realizado según el pedido real.

5.5 MÉTODOS DE ENTREGA DEL PROYECTO.

5.5.1 Presentación de los distintos métodos.

El método de entrega del proyecto es la forma en la que el promotor decide de qué modo contrata el diseño y la construcción. ¿Esto es importante para la cadena de suministro en un proyecto de construcción? Repasando los diferentes métodos de entrega que existen veremos que incide notablemente en la formación de la cadena de suministro.

Existe una variedad de métodos para obtener servicios de diseño y construcción para desarrollar un proyecto. Según el método de entrega del proyecto, las partes tienen diferentes funciones y responsabilidades contractuales, con lo que asumen un tipo de riesgo distinto. La desregulación existente en la mayoría de países en el mercado de la construcción respecto a este aspecto favorece esta variedad de métodos.

Las diferentes formas de entrega y adquisición de las obras de construcción se han considerado como causantes de las peculiaridades de la construcción tradicional. Por ello se han explorado diferentes modos de entrega y adquisición, aportando nuevas formas de contratación y de gestión (Vrijhoef & Koskela, 2005).

Diseño-licitación-construcción (“Design-bid-build”).

El método más tradicional de entrega de proyectos es un proceso de diseño-licitación-construcción, realizado de forma secuencial. El promotor contrata un arquitecto para diseñar el proyecto. Cuando el arquitecto tiene completados los distintos documentos que definen el edificio a construir, el promotor selecciona a varios contratistas, que por el método de licitación presentan las ofertas económicas y de plazos de ejecución. El promotor selecciona la mejor oferta y contrata con esta empresa la ejecución del edificio (Palacios et al., 2013).

Se trata de un proceso lineal, como se muestra en la Fig. 39, en el que no es posible solapar las actividades de diseño y construcción para reducir la duración del proyecto (Crites, 2007).

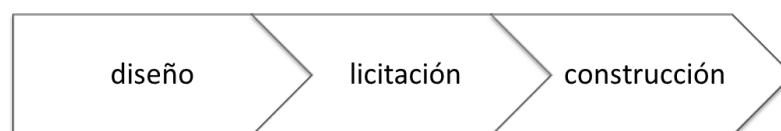


Fig. 39 Proceso lineal de diseño-licitación-construcción.

Fuente: Elaboración propia.

Este método de entrega de proyectos es utilizado por promotores que tienen recursos y experiencia en construcción. Supone un trabajo en estrecha colaboración entre el equipo de diseño y el promotor en la primera fase del proyecto. Requiere de una mayor dedicación de recursos por parte del promotor para el control del proyecto, aunque la gestión del proceso de contratación es la más simple de gestionar ya que no se solapan las fases y la oferta del contratista se realiza con una documentación muy elaborada, donde se definen calidades y mediciones.

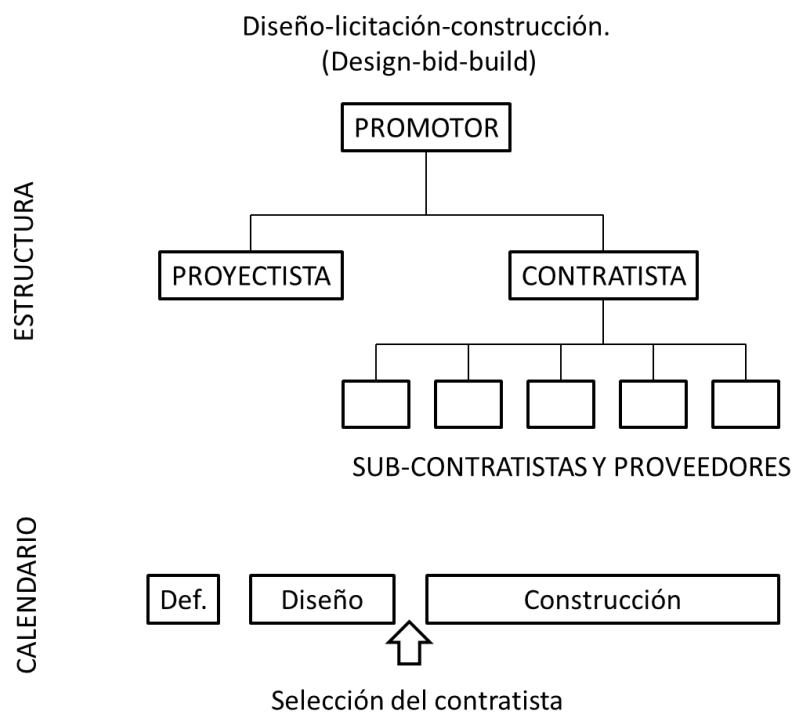


Fig. 40 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Diseño-licitación-construcción.

Fuente: (Crites, 2007)

El riesgo de utilizar este método, para promotores que no tengan la suficiente experiencia, radica principalmente en la inversión realizada para la ejecución de todo el diseño antes de la fase de licitación. Cuando tenga las ofertas, el promotor puede descubrir que el precio es superior al que había estimado, y puede tener que pagar un modificado del diseño para simplificar el proyecto y reducir su coste o, en el peor de los casos, tener que cancelar el proyecto y perder todo lo invertido en la fase de diseño. Con todo ello, en España, aunque no hay datos oficiales con respecto a los contratos privados, es el método más utilizado, debido en gran medida a la regulación impuesta por la LOE 1999, y el modus operandi tradicional de la industria (Pellicer & Victory, 2006). Su utilización es común tanto por empresas como por particulares que promueven viviendas para uso propio, ya que existe la creencia de que es la

forma más directa y económica de entrega de proyectos, a pesar de que el promotor asume la responsabilidad por las deficiencias existentes en los documentos de diseño.

Antes de la fase de licitación, para evitar problemas, se debe realizar una adecuada selección de candidatos que asegure la capacidad de las empresas para ejecutar el proyecto. En esta selección se deben evaluar factores como la experiencia, la capacidad técnica y económica, y los subcontratistas y proveedores habituales de las empresas constructoras.

Es tradicional establecer penalizaciones que obligan al contratista a asumir la responsabilidad de lograr los objetivos del proyecto, pero no se le ofrece la capacidad de gestionar todos los factores, tanto internos como externos, que influyen en la posibilidad de cumplir con estos objetivos (Ortiz González, 2011).

Las deficiencias que presenta este método de entrega suelen ser los excesos de coste, retrasos en los plazos, solicitudes constantes de cambios y disputas entre el contratista y el equipo de diseño, especialmente por la falta de definición o los errores en los documentos de licitación y el contrato (Hayden, 2014). Además, el método desalienta la colaboración entre los intervinientes (Latham , 1994) ya que separa las fases de planificación y ejecución, lo que resulta en barreras de comunicación entre los arquitectos y las empresas constructoras (Schöttle & Gehbauer, 2013).

En la licitación el constructor presenta un precio basado en el proyecto, asumiendo el riesgo de sobrecoste que se produzca para ejecutar la construcción, pero sin ser responsable de los defectos y sobrecostes causados por el diseño.

Este método de contratación fomenta la licitación con bajos márgenes de beneficio por parte de las empresas de construcción, a la espera de poder recuperar parte del beneficio con los nuevos precios causados por errores que se puedan detectar en el diseño (Schöttle & Gehbauer, 2013; Hayden, 2014).

El poco tiempo del que dispone el contratista para estudiar la mayoría de obras adjudicadas por el método de licitación supone que se tengan que asumir la posibilidad de errores en la valoración. Algunas partes tienen que ser valoradas por subcontratistas y proveedores que en esos momentos no disponen del tiempo necesario para realizar el estudio adecuado. Estos errores cometidos provocan una reducción del margen inicialmente previsto, lo que la empresa constructora pretenderá compensar durante la ejecución de la obra introduciendo sobrecostes y nuevas partidas que pueda valorar al alza. Otra solución adoptada por las

empresas de construcción para compensar posibles errores es aplicar un factor de riesgo sobre la valoración del proyecto, lo que puede conducir a presentar una oferta más elevada. De ello se desprende que proporcionar a los ofertantes el tiempo suficiente para estudiar el proyecto irá en beneficio del promotor. Sin embargo esto no se tiene en cuenta, debido a que al tratarse de un proceso lineal no pueden solaparse las actividades, lo que lleva a reducir la duración recortando el tiempo de las actividades.

La documentación que define los diseños realizados para un proceso de licitación suele utilizar especificaciones prescriptivas, es decir, define marca y modelo de materiales o equipamientos que deberán ser utilizados en el proyecto. Esta práctica supone un importante inconveniente para la cadena de suministro del proyecto, ya que el contratista se verá obligado a renunciar a alguno de sus proveedores de confianza por no poder satisfacer las prescripciones del proyecto.

Múltiples contratos.

Este método se diferencia del anterior en que una vez finalizado el diseño, el promotor contrata directamente con varios oficios sin utilizar un contratista principal. De esta forma el promotor asume la responsabilidad de contratista principal, gestionando y coordinando las operaciones de todos los contratistas del proyecto (Hayden, 2014).

Los contratos directos con los diferentes oficios suponen el ahorro del coste de gestión, los gastos generales y el beneficio que un contratista principal aplicaría sobre los trabajos de sus subcontratistas. Por el contrario para el promotor implica un incremento del coste de gestión y asumir los errores en la coordinación de los contratistas, lo que puede llegar a significar que el proyecto termine siendo mucho más caro de lo inicialmente previsto.

Con este método los riesgos que asume el promotor son mucho mayores ya que suma a los propios de su actividad los que suele tener el contratista.

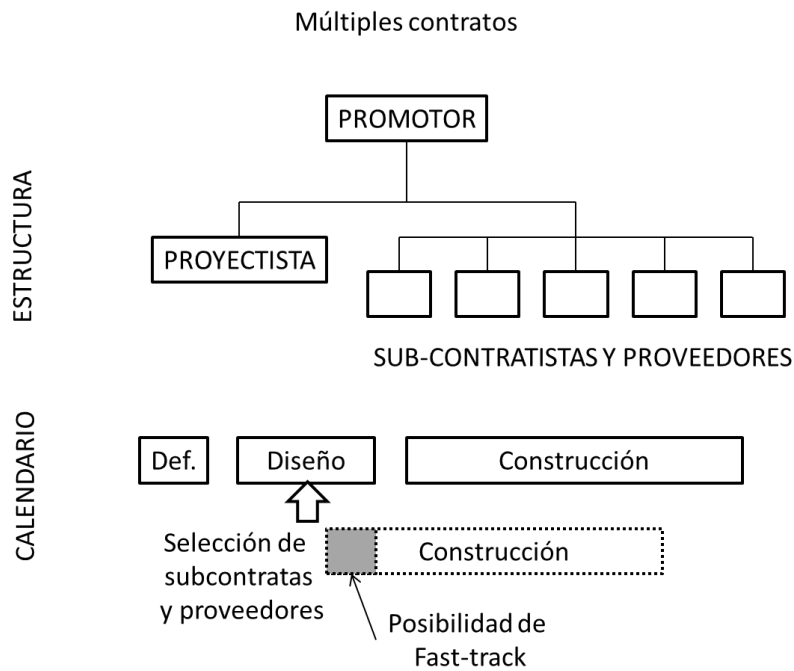


Fig. 41 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Múltiples contratos. Fuente: *Elaboración propia.*

Dirección Integrada de Proyectos o Project Management.

El promotor contrata la gestión del proyecto con una empresa especializada en la Dirección de Proyectos o Project Management, que se encargará de contratar al equipo de diseño y del proceso de licitación para la contratación de la empresa constructora.

Con la presencia del Director de Proyecto se puede seguir cualquiera de los métodos anteriormente expuestos, el de diseño-licitación-construcción o el diseño-multicontrato, ver Fig. 42 y Fig. 43.

La intervención del Project Management en el proceso de gestión desde las primeras etapas del proyecto, ayuda a coordinar de forma más eficaz la cadena de suministro.

En España, donde la legislación no reconoce la figura del director de proyectos, éste debe actuar como un sustituto del promotor, otorgándole la autoridad necesaria mediante cláusulas que vinculan al Arquitecto y Arquitecto Técnico para que no se tomen decisiones o se realicen alteraciones en la obra sin la aprobación final del director de proyecto (Pellicer & Victory, 2006).

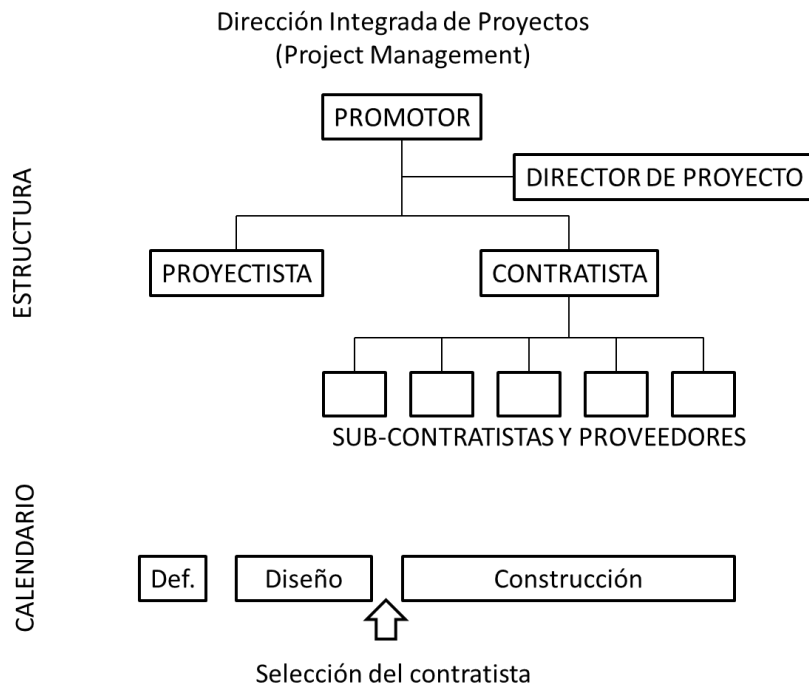


Fig. 42 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Dirección integrada de proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

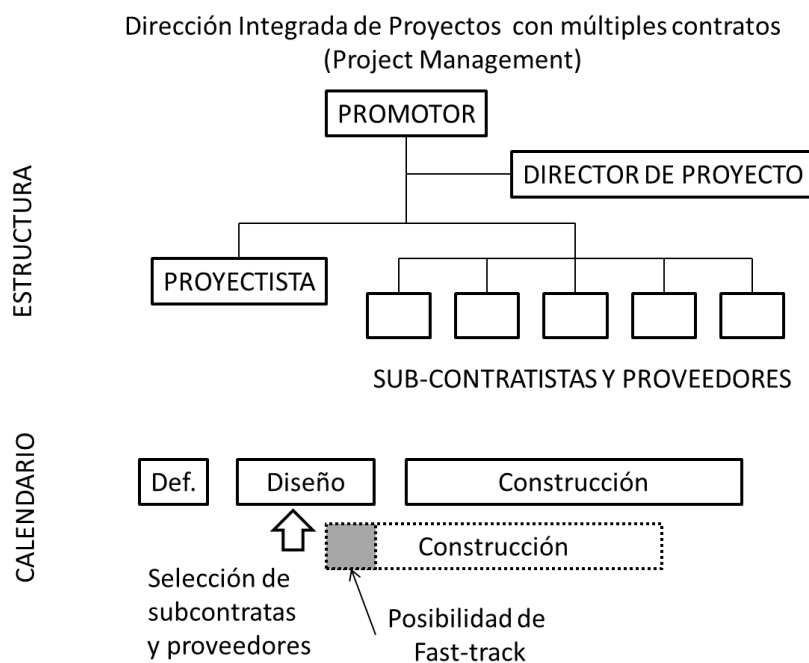


Fig. 43 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Dirección integrada de proyectos con múltiples contratos.

Fuente: Elaboración propia.

Gestión en Riesgo de la Construcción.

Supone la contratación por parte del promotor de un equipo de diseño y de una empresa de construcción de forma separada. El contratista, basándose en un anteproyecto, realiza una oferta previa por un precio máximo garantizado. De esta forma, una vez formalizado el contrato, la empresa constructora interviene durante el proceso de diseño para ayudar con su experiencia en su elaboración (Hayden, 2014), ver Fig. 44.

Con este método se puede realizar también un proceso de licitación pero se efectúa sobre un anteproyecto que define a grandes rasgos el edificio, tanto a nivel de necesidades como de calidades. Para cumplir con el precio máximo garantizado, el contratista tendrá que colaborar con el proyectista para que los documentos que éste realice contengan las mejores soluciones constructivas al menor precio posible, y cumpliendo con las calidades establecidas en el anteproyecto. El contratista está obligado a poner en práctica ingeniería de valor por medio de materiales y métodos de construcción alternativos (Hayden, 2014). Esta forma de entrega del proyecto evita las constantes confrontaciones entre el constructor y el equipo de diseño en la fase de obras.

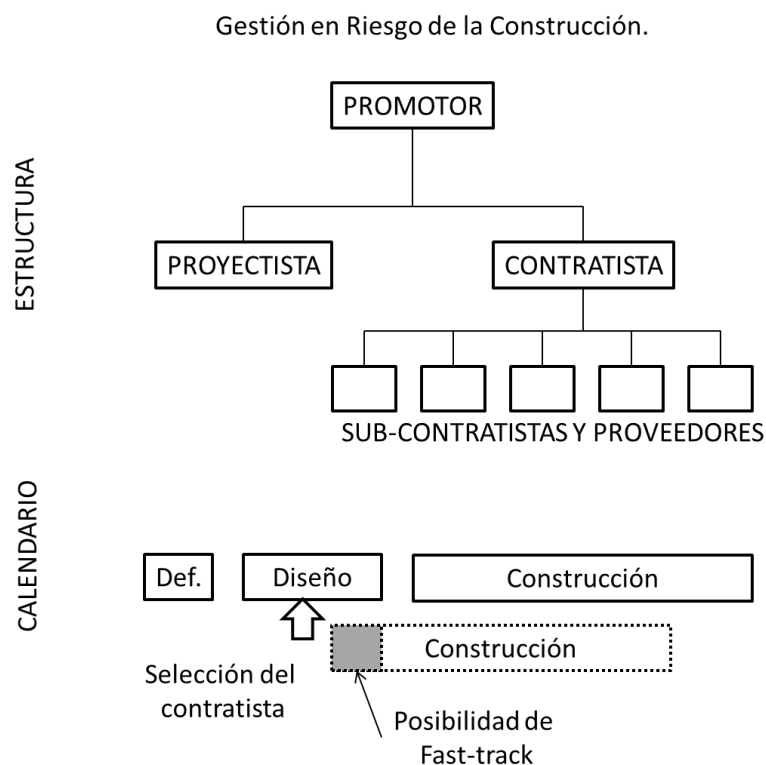


Fig. 44 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez incorporada la empresa contratista puede seguir desarrollando el proyecto con el equipo de diseñadores que lo iniciaron, pero esta práctica no está exenta del riesgo de un mal trabajo en equipo. Para evitar este problema el contratista puede incluir en el precio de contratación la elaboración del proyecto y aportar un equipo de diseño para elaborar los documentos necesarios para la ejecución, este método lo vemos esquematizado en la Fig. 45.

Para conseguir el objetivo deseado, la empresa contratista invitará a participar a las subcontratas que considere más adecuadas en busca de la ayuda necesaria para definir las soluciones más convenientes en el diseño. Así este método se convierte en el que mayor participación de la cadena de suministro supone desde las primeras fases del proyecto.

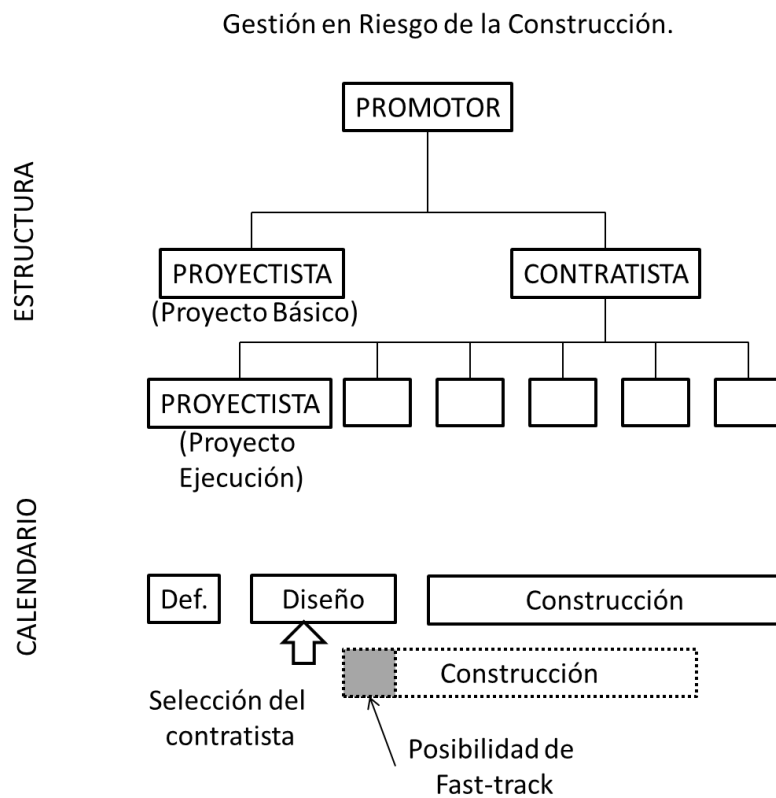


Fig. 45 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción con Proyecto de Ejecución a cargo del contratista.

Fuente: Elaboración propia.

Los tipos de proyecto en los que se suele utilizar son aquellos en los que, por su dificultad, se necesita la participación del contratista para elaborar parte del diseño o que se realizan por

fases. Permiten aplicar enfoques Fast-Track, con lo que se inicia la construcción antes de que el diseño esté totalmente finalizado, lo que reduce la duración total del proyecto.

Diseño – Construcción (“Design-Build”).

Este método de entrega supone la contratación por parte del promotor, tanto para el diseño como para la construcción, de una única empresa que ofrece un servicio integral.

Este tipo de contrato no es habitual en España, sin embargo en Canadá y Estados Unidos ha llegado a ser tan frecuente como el tradicional basado en la licitación. El “Design-Build Institute of America”, “American Institute of Architects” y “Canadian Design-Build Institute” son organizaciones que se han encargado de promover su utilización, ofreciendo acuerdos contractuales tipo entre las partes (Hayden, 2014).

El concepto diseño-construcción no es nuevo, está basado en el antiguo concepto de maestro de obras, al que se le encargaba la responsabilidad del diseño y la construcción de un proyecto desde su concepción a la terminación (Tyler, 2010).

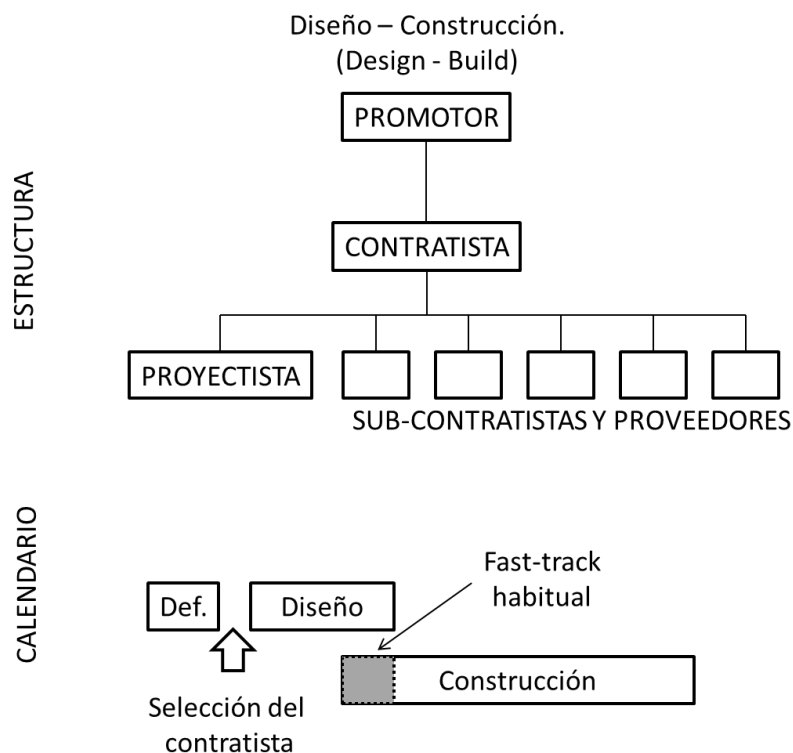


Fig. 46 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Diseño-Construcción.

Fuente: (Crites, 2007).

Contar con la empresa constructora implicada desde la fase de diseño fomenta una integración de todo el proyecto, reduciendo considerablemente los problemas desde las primeras fases de diseño. Se puede decir que se eliminan los obstáculos para la comunicación ya que diseñadores y constructores juegan en el mismo equipo. La interacción durante el proceso de diseño permite un análisis constante de soluciones constructivas alternativas e innovadoras, lo que permite el ajuste de coste y el ahorro de plazos en la fase de ejecución, debido principalmente a que se elimina el rediseño tan común en otros métodos (Atkins, 1994).

En este método de entrega el contratista presenta un coste completo al promotor y asume los riesgos, tanto del proceso de construcción como los derivados del proceso de diseño. El tiempo de gestión del cliente se reduce por tener un único responsable a quien dirigirse (Atkins, 1994). De esta forma el promotor puede centrar sus esfuerzos en la definición de necesidades, la financiación y la comercialización del producto. Las dos grandes ventajas del método para el promotor son, por un lado que el promotor conoce el coste antes de realizar ningún tipo de inversión, es decir sin pagar un diseño completo del proyecto (Tyler, 2010), y por otro, que en el caso de que se detecten errores en el diseño durante la fase de construcción, el constructor se hará cargo del sobrecoste, evitando así los tan temidos precios contradictorios.

Para que esta fórmula funcione, la oferta económica de la empresa constructora debe ir acompañada de un anteproyecto que dé solución a las necesidades del cliente y especifique las calidades ofertadas. Ello supone una dificultad para el promotor que puede tener varias ofertas sobre la mesa con diferente coste económico pero también con diferentes diseños. Centrarse solamente en el precio puede ser causa de una merma considerable de la calidad. Hay que tener presente que el requerimiento de un anteproyecto conlleva encarecer el coste que la preparación de la oferta implica para el contratista, lo que en algún caso puede significar la renuncia de algunas empresas a presentar su oferta. Una compensación económica a las empresas que presentan ofertas y no se les adjudica la obra puede ser la forma de incentivar a los candidatos a participar (Hayden, 2014).

El equipo de diseño puede ser el departamento técnico de la propia empresa contratista o una organización independiente que se convierta en subcontratista. Otra modalidad es la unión temporal de una empresa de diseño y una constructora para llevar a cabo el proyecto.

La cadena de suministro del proyecto se ve favorecida por este método de entrega, ya que en el diseño generalmente se opta por especificaciones genéricas basadas en el rendimiento de los materiales y equipamientos que se utilizarán en el proyecto, sin definir marcas o modelos, con lo que los proveedores de confianza del contratista pueden optar a utilizar los de aquellos fabricantes con los que pueden llegar a ser más competitivos.

Que el diseño y la dirección de obra recaigan en personal de la organización contratista, o sea subcontratada por ésta, no implica que el promotor tenga que renunciar al control y la vigilancia de la construcción del proyecto. Si no cuenta con personal cualificado dentro de su organización puede contratar a una organización especializada que lleve un control del trabajo del contratista y de la calidad del proyecto, tanto a nivel de diseño como de obra ejecutada (Hayden, 2014).

Ventaja en los contratos diseño-construcción supone que permiten aplicar enfoques “Fast-Track”, con lo que se inicia la construcción antes de que el diseño esté totalmente finalizado. Esta posibilidad es importante si se requiere la entrega de un servicio de calidad y rentable en un plazo de ejecución más reducido de lo habitual.

En el método de diseño-construcción el contratista puede ofrecer otros servicios al promotor como son la financiación del proyecto o un contrato de mantenimiento. Con este tipo de servicios el método pasa a considerarse como “contrato llave en mano” (Hayden, 2014).

Las empresas que mayor beneficio sacan de un diseño-construcción conjunto son las constructoras que realizan promociones propias. Estas organizaciones suelen explotar la ventaja de contratar con equipos de diseño con los que ya han trabajado en otras promociones o incluso llegan a tener departamentos técnicos propios que les permiten adoptar las mejores soluciones y completar un ciclo de aprendizaje de las obras realizadas. Aunque también se puede considerar que estas empresas están realmente utilizando un método de múltiples contratos.

Sin embargo el método diseño-construcción tampoco está exento de problemas. El contratista asume algunas decisiones sobre el diseño que podrían no ser beneficiosas para el promotor, estando dirigidas a la maximización de sus beneficios. Tengamos en cuenta que la relación entre el promotor y el equipo de diseño puede quedar reducida al mínimo, por lo tanto esta fórmula no será la más adecuada para aquellos proyectos complejos, cuyos requisitos sean difíciles de definir en un documento contractual previo al diseño, proyectos

que requieran una interacción constante entre el promotor y el equipo de diseño (Hayden, 2014).

Los detractores de este método, generalmente los arquitectos, defienden que puede llevar a un diseño poco interesante, debido a la presión de utilizar siempre el método y los materiales de menor coste, sin tener en cuenta los costes de utilización o de calidad de acabado (Atkins, 1994).

En España uno de los inconvenientes para la aplicación de contratos diseño-construcción nace de la aplicación de la Ley de Contratos del Sector Público, que en su artículo 124 determina que la contratación conjunta de la elaboración del proyecto y la ejecución de las obras correspondientes solo tendrá carácter excepcional y sólo podrá efectuarse en los supuestos en que motivos de orden técnico obliguen necesariamente a vincular al empresario a los estudios de las obras. Estos motivos deben estar ligados al destino o a las técnicas de ejecución de la obra, o tratarse de obras cuya dimensión excepcional o dificultades técnicas singulares, requieran soluciones aportadas con medios y capacidad técnica propias de las empresas (Ministerio de Economía y Hacienda, 2011). En Estados Unidos en el año 2.000 el concepto de diseño-construcción se introdujo en el Reglamento Federal de Adquisiciones (Hayden, 2014).

Construcción por Administración (“Job Order Contracting”).

En este método el promotor contrata un arquitecto para diseñar el proyecto. Cuando el arquitecto tiene completados los diseños que permiten establecer los distintos tipos de unidades de obra que se ejecutarán, el promotor solicita a uno o varios contratistas la valoración económica de cada una de estas unidades. El coste de las obras será el resultado de aplicar estos precios unitarios a las cantidades realmente ejecutadas una vez finalizada la obra.

Esta modalidad es usualmente utilizada para relaciones a largo plazo entre promotores y contratistas que realizan obras de características repetitivas. Es una opción muy utilizada en proyectos de construcción comercial, donde se equipan locales con los mismos materiales; para trabajos de reforma o rehabilitación donde no se conoce de antemano el volumen total a realizar; o para obras de mantenimiento.

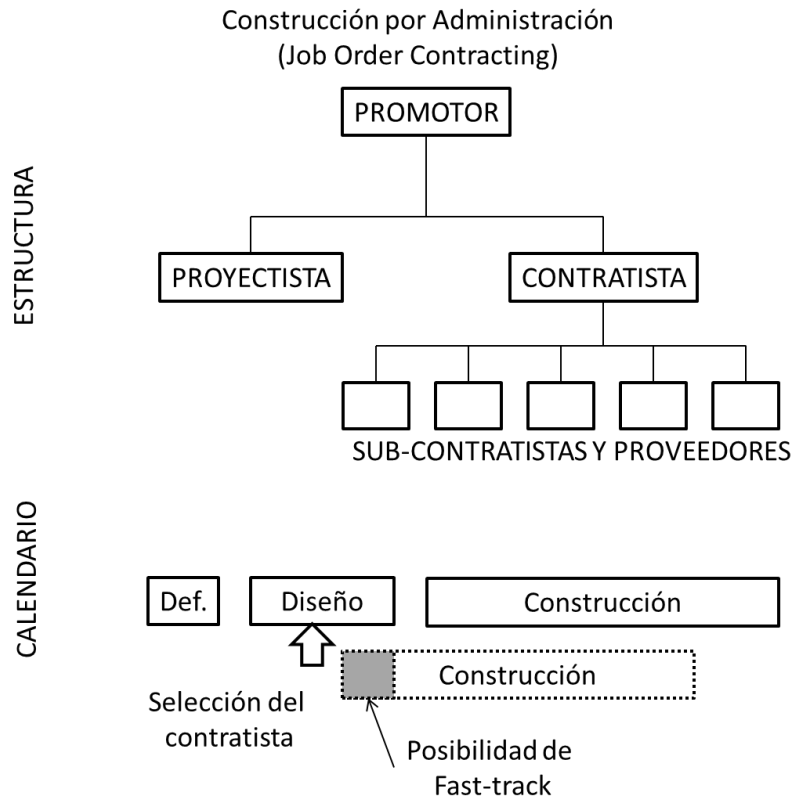


Fig. 47 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Construcción por Administración.

Fuente: (Crites, 2007).

En obras repetitivas permite un inicio de la ejecución rápida, ya que una base de precios estándar acordada entre promotor y contratista hace innecesario presentar una oferta (Crites, 2007).

Permite mantener una cadena de suministro estable, en la que prevalece la comunicación eficaz y la familiaridad sobre la competitividad

5.5.2 Grado de utilización de los distintos métodos.

El método de diseño-licitación-construcción es el método más común utilizado por los promotores privados para la construcción de edificios en España. Este método, además de ser el tradicional, se ve reforzado por la Ley 38/1999 que regula el sector de la edificación. La ley se escuda en los arquitectos, los sobreprotege, e impide la aplicación de otros métodos de entrega (Pellicer & Victory, 2006; Oviedo-Haito et al., 2014).

Los métodos alternativos al de diseño-licitación-construcción son poco utilizados en España. Entre estos métodos alternativos se utilizan escasamente el de diseño-construcción y el de

gestión en riesgo de la construcción (solo utilizado por desarrolladores industriales o comerciales) (Pellicer et al., 2014). La Tabla 6 muestra las diferencias de utilización de métodos de entrega de proyectos entre los Estado Unidos y España.

		Estados Unidos		España	
		Inicios	Uso Actual	Inicios	Uso Actual
Design-Bid-Build			Frecuente		Frecuente
Alternativos	Construction Mngmt. at Risk (CMR)	1960s	Usado	1970s	Poco utilizado (privado solo)
	Design-Build (DB)	1990s	Usado frecuentemente	1970s	Poco utilizado
	Integrated Project Delivery (IPD)	2000s	Poco utilizado	---	Desconocido

Tabla 6 Análisis histórico comparativo de los métodos de entrega de proyectos entre los Estados Unidos y España.

Fuente: Pellicer et al., (2014).

A nivel de la UE, los métodos de dirección integrada de proyectos, de diseño-construcción y otros métodos llave en mano son frecuentemente utilizados, como consecuencia principalmente del problema de fondo que se produce cuando los proyectos de construcción se vuelven más grandes y la tecnología de la construcción es más compleja. El arquitecto (ingeniero) ya no conoce toda la tecnología necesaria y cada vez se distancia más de los problemas prácticos de la obra. Las relaciones entre las partes se vuelven a menudo más complejas, y dan lugar a más conflictos. Los profesionales adecuados que trabajan en empresas contratistas o subcontratistas especializadas no están implicados en el proyecto a tiempo. Por ello los clientes prefieren un único responsable de todos los insumos (Atkins, 1994).

El informe de la Comisión Europea “Strategies for the European Construction Sector”, realizado a mediados de los años 90, apuntaba como solución para la entrega de proyectos el reconocimiento de la división entre las fases iniciales de diseño conceptual, que conduce a la obtención de los permisos de obra, y la etapa de diseño y ejecución detallada subsiguiente. La primera etapa necesita de una regulación adecuada para proteger al cliente y asegurar el cumplimiento de la normativa urbanística. En la segunda etapa de ejecución, los clientes podrían seleccionar con libertad cualquier medio apropiado, donde solamente aspectos de seguridad y salud estarían regulados (Atkins, 1994). Esta solución no ha conseguido todavía imponerse para todos los países de la UE.

En otros países fuera de Europa también se han adoptado soluciones similares. El Plan Estratégico para la Construcción en Singapur, Construcción 21, desarrollado en 1999, apuntaba que los problemas de productividad de la industria estaban relacionados con los métodos de adquisición y la integración de la cadena de agentes que están involucrados en el proyecto. La solución propuesta era un método de contratación de diseño y construcción (London K. , 2004).

5.6 TIPOS DE CONTRATOS.

Durante muchos años, la industria de la construcción ha estado utilizando contratos formales para definir y hacer cumplir los derechos y obligaciones de las partes contractuales (Cheung, Yiu, & Chim, 2006). Gran parte de los problemas en el sector de la construcción tienen su origen en el uso inapropiado de estos modelos de contratación. Un uso y desarrollo bien pensado de los modelos de contratación existentes es, por lo tanto, fundamental para lograr un proceso de construcción más eficaz (Toolanen & Olofsson, 2006).

Hay que tener presente que las relaciones contractuales generalmente se basan en cuatro elementos: la relación, el prorrato de riesgos, la división de responsabilidades y el mecanismo o método de reembolso (Cox & Thompson, 1997).

El mundo del contrato no es un mundo de transacciones discretas; sino más bien un mundo de relaciones, con un estado dinámico en curso, todos los segmentos del cual, pasado, presente y el futuro se interrelacionan (MacNeil, 1974 citado en Rahman & Kumaraswamy, 2005). Teniendo en cuenta que el futuro es desconocido debido a la complejidad de los proyectos, los acuerdos contractuales deben ser lo suficientemente flexibles para aceptar ajustes futuros, con el fin de responder con eficacia a cualquier incertidumbre (Rahman & Kumaraswamy, 2005). Por otra parte el sector está evolucionando hacia un aumento en el nivel de colaboración dentro de la cadena de suministro, el uso de contratos de construcción tradicional no es la mejor opción (Cheung et al., 2006).

La variedad de formas contractuales y su clasificación es amplia. La clasificación realizada por MacNeil en su teoría relacional de los contratos a finales de los años sesenta, distingue entre: contratos transaccionales o discretos (CT) y contratos relacionales (CR). Los contratos transaccionales son entendidas como formas tradicionales de contratación (Palacios J. , 2010). Las formas tradicionales de contratación se pueden dividir a su vez en contratos clásicos o neoclásicos.

El contrato clásico establece de forma escrita o verbal las condiciones del intercambio claramente delimitadas, con el objetivo de cubrir la mayor cantidad de contingencias que sea posible con el fin de reducir las reclamaciones o disputas. El contrato neoclásico introduce mecanismos de arbitraje o la intervención de expertos para solucionar los conflictos surgidos en su desarrollo (Cheung et al., 2006).

Contratos transaccionales.

Los contratos tradicionalmente utilizados en construcción son contratos transaccionales, en los cuales se especifica el desempeño (Palacios et al., 2013). Estos contratos son “legalistas y estáticos” (Rahman & Kumaraswamy, 2005)

Los contratos transaccionales dan a los actores en las fases de diseño y construcción pocos incentivos para la innovación y la cooperación con el fin de mejorar la ejecución del proyecto. Además, los diferentes actores a menudo carecen de una visión común de los objetivos del proyecto, y el proceso de diseño se basa en principios que asumen que las actividades son independientes y secuenciales. La gestión de los proyectos se centra más en el control en lugar de en la ejecución (Toolanen & Olofsson, 2006).

Contratos relacionales.

En los contratos relacionales se establecen normas de carácter cooperativo (Palacios et al., 2011). Se trata de establecer contratos mucho más dinámicos y flexibles, para los que se necesita: apoyo de la dirección y el cliente al enfoque CR; alineación de objetivos; confianza; comunicación abierta y cultura de trabajo en equipo; asignación de riesgos definida; experiencia en este tipo de contratos; y contratos flexibles (Kumaraswamy et al., 2005).

Los contratos relacionales dan mucha importancia a la relación entre las partes que participan en el contrato para lograr el éxito, alientan provisiones a largo plazo y la planificación futura mutua, introduciendo un grado de flexibilidad en el contrato (MacNeil, 1974 citado en Rahman & Kumaraswamy, 2005)

No necesariamente los contratos deben ser transaccionales puros o relacionales puros, se pueden realizar combinaciones de ambos (Schöttle & Gehbauer, 2013). Se trata de establecer contratos mucho más dinámicos y flexibles, para los que se necesita: apoyo de la dirección y el cliente al enfoque CR; alineación de objetivos; confianza; comunicación abierta y cultura de trabajo en equipo; asignación de riesgos definida; experiencia en este tipo de contratos; y contratos flexibles (Kumaraswamy et al., 2005).

5.7 MÉTODOS DE COMPRA.

La organización de la compra o contratación que las empresas adoptan y el método de remuneración que se aplica a los trabajos contratados también influyen en la cadena de suministro del proyecto. Estos métodos de compra son el resultado de la tradicional filosofía de gestión de proyectos.

Hay que tener en cuenta que en los proyectos de construcción el momento en el que se realiza la contratación, la fase en la que el proyecto se encuentra, influye en los costes de transacción que se producen entre los integrantes de la cadena de suministro. En la fase de negociación pre-contrato, la especificidad de los activos suele ser baja, sin embargo durante las negociaciones post-contrato suele ser alta. Esto implica que las posibilidades de comportamientos oportunistas están limitadas antes de la firma del contrato. Los lazos entre las empresas dentro de la industria suelen ser débiles, y el cliente puede elegir libremente entre muchos proveedores. Después de la adjudicación del contrato, la situación se invierte (Vrijhoef R. , 2011).

5.7.1 Organización de las compras o contrataciones.

La relación que una constructora tiene con su cadena de suministro viene condicionada en gran medida por la forma en la que se organizan las compras o contrataciones. Los modelos que las constructoras adoptan son: centralizado, mixto o híbrido y descentralizado.

El diseño de compras que se realiza dentro de la organización está relacionado con conceptos como la división de las tareas, el ámbito de decisión y la coordinación (Frödell et al., 2013).

Parece razonable que la elección del modelo organizativo de compras que establezca una empresa esté relacionada con su organización, que puede ser una gestión enfocada a proyectos o a la gestión de la empresa como una sola entidad.

En el modelo centralizado existe un departamento de compras, responsable de las tareas y decisiones de compra, que desempeña actividades como: la estrategia de proveedores, la selección de proveedores, la negociación, la firma de acuerdos a largo plazo, y la compra. El modelo centralizado permite desarrollar estrategias de gestión de proveedores de una forma más global, aprovechar los volúmenes de compra en la negociación y evitar duplicidad de esfuerzos (Monczka et al., 2009).

En el modelo descentralizado existe un responsable de las actividades de compra en cada uno de los proyectos. Este modelo puede dar lugar a que en la misma empresa se negocie con el mismo proveedor respecto a productos similares, lo que reduce el poder de negociación de la empresa constructora. La ventaja de este modelo es la velocidad y capacidad de respuesta frente a las demandas y nuevas condiciones. Además permite una estrategia más sensible a las necesidades de los clientes individuales (Monczka et al., 2009).

Son pocas las empresas que se encuentran en los extremos, en la mayoría de los casos las estrategias suelen combinar compras centralizadas y descentralizadas, adoptando un modelo u otro en función del producto. Teniendo en cuenta que la construcción se trata de una actividad realizada directamente en el lugar, la necesidad de suministradores cercanos para algunos productos, como puede ser el hormigón elaborado en planta, dificulta la adopción de un modelo centralizado.

Generalmente las compras estratégicas se centralizan, mientras que las compras operativas pueden ser manejadas a nivel local. Además, para aprovechar las economías de escala, también pueden centralizarse las compras de componentes estandarizados y servicios de reparaciones y mantenimientos, (Koch et al., 2010).

Los acuerdos marco firmados con proveedores son una forma de centralizar las compras bastante utilizada, pero este tipo de acuerdos de carácter genérico, sigue dejando gran parte del poder de compra a los responsables de la obra, que son los que toman la decisión final. Con ello los proveedores necesitan comercializar sus productos en dos ocasiones, una al departamento de compras y otra al responsable real de realizar cada pedido (Frödell et al., 2013)

Por otro lado, el valor del producto que se adquiere o la cantidad a utilizar en el proyecto también son factores a tener en cuenta. No parece coherente perder tiempo con un análisis exhaustivo de coste de los productos de bajo valor que no se utilizan en grandes cantidades (Monczka et al., 2009).

El cliente influye sobre la forma de compra cuando prescribe materiales específicos producidos por un proveedor, fijando la marca y modelo a utilizar. Esta práctica restringe las posibilidades para el contratista de elegir el proveedor, por lo que rompe con la cadena de suministro que éste pueda tener establecida con sus proveedores habituales. Las especificaciones funcionales, en lugar de las de marca y modelo, favorecen las alternativas y

contribuyen a fomentar las prácticas de gestión de la cadena de suministro y los procesos de negociación para obtener costes más bajos (Frödel et al., 2013).

5.7.2 Métodos de pago.

Los factores que afectan a la selección del tipo de remuneración que se establece para un proyecto o un paquete de trabajos son (Project Management Institute, 2000):

- Nivel de detalle disponible.
- Urgencia de la contratación
- Nivel de competencia deseada.
- Nivel de competencia disponible.
- La organización del riesgo o la tolerancia.

El nivel de detalle en la estructura de reembolso será mayor en aquellas unidades con mayor riesgo de lo desconocido, lo que permitirá un mayor control sobre los cambios. En las situaciones donde hay una certeza absoluta en las obras, un pago por hitos (sistema de suma global) es el más apropiado. (Cox & Thompson, 1997)

Precio cerrado.

Es el tipo de contrato más utilizado en los proyectos de construcción (Pellicer et al., 2014), especialmente entre el promotor y el contratista y entre el promotor y el arquitecto, debido a que permite conocer el coste total antes de realizar los trabajos. Se trata de la forma más simple de realizar la remuneración de los trabajos ejecutados. El contratista se compromete a construir un proyecto con un alcance específico por un precio global fijo.

La manera de realizar los pagos puede ser mediante certificación de las unidades realizadas, para ello se tienen que haber fijado los precios unitarios de cada una de ellas, o en cantidades fijas según el cumplimiento de algunos hitos previamente fijados.

Precio máximo garantizado.

El precio del contrato está garantizado por un límite superior.

Precio unitario.

Este método de pago se basa en las cantidades estimadas de las unidades de obra incluidas en el proyecto y sus precios unitarios. Es el método de remuneración más utilizado entre la

constructora y los subcontratistas. Se fija un precio por unidad ejecutada y una vez finalizada la ejecución se miden las unidades de obra para realizar la certificación de los trabajos.

El promotor utiliza este tipo de remuneración para proyectos en los que el alcance está razonablemente bien establecido, y los diferentes tipos de elementos (pero no su número) se pueden identificar con precisión en el pliego de condiciones.

Administración.

El contratista recibe el pago sobre el tiempo dedicado y los recursos empleados en el proyecto. Previo al inicio de los trabajos se fijan unos precios de mano de obra y materiales por parte del constructor y con arreglo a ellos se factura al promotor los trabajos realizados.

El compromiso del contratista se limita a fijar la cantidad a facturar por cada hora de operario o peón, y por cada unidad de material empleado, pero sin asegurar en ningún caso el número de horas ni las cantidades a emplear en cada unidad de obra. Sobre el total de facturación de mano de obra y materiales consumidos el constructor carga un porcentaje para cubrir sus gastos fijos y beneficio industrial.

Este tipo de remuneración se establece en aquellos trabajos que, por su dificultad o urgencia, no se puede conocer de antemano el alcance que pueden tener. Es utilizado tanto entre promotor y contratista como entre contratista y subcontratista.

Este tipo de contrato exige, para ser razonablemente aceptable, una estrecha vigilancia del contratado por parte del contratante, salvo en aquellos casos en los que se adopta debido a la relación de confianza que puede haber entre los contratantes.

5.7.3 Grado de utilización de los distintos métodos.

En España la Ley de Contratación Pública 3/2011 solo permite la utilización del método de precios unitarios y de precio global fijo para las obras públicas.

En el sector privado se utiliza principalmente el método de precio global fijo de toda la obra. Los promotores lo utilizan en el 76% de las obras como forma de pago a los contratistas (Pellicer & Victory, 2006).

En el resto de países, principalmente los anglosajones, los métodos alternativos de remuneración son más utilizados que en España (Pellicer & Victory, 2006).

5.8 RELACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

5.8.1 Tipos de relación, según las interacciones, entre los integrantes de las cadenas de suministro.

Para entender las características de la cadena de suministro de un proyecto de construcción es necesario conocer la relación de interdependencia que se establece entre las organizaciones que la forman.

En su obra “Organizations in Action”, el sociólogo J.D. Thompson, define tres tipos de interdependencias entre departamentos de una organización, según la intensidad de las interacciones y los comportamientos (Thompson, 1967). Estos tipos de interdependencias pueden aplicarse a la cadena de suministro para entender cómo los diferentes actores dependen del desempeño de los demás.

Interdependencia agrupada.

En este tipo de interdependencia, cada departamento de una empresa o cada miembro de la cadena realiza funciones totalmente separadas del resto, cada uno aporta las piezas individuales de un producto global. Es la forma más básica de las tres. El resultado de cada uno influye en el global del proyecto pero no en las actividades que realizan los demás.

Interdependencia secuencial.

La interdependencia secuencial se da cuando una unidad de producción en el proceso produce una salida necesaria para la actividad que desempeña la siguiente unidad. Como ejemplo más claro, la interdependencia secuencial se da en las cadenas de montaje industriales.

Interdependencia recíproca.

La interdependencia recíproca se asemeja a la secuencial en que la salida de una unidad de producción se convierte en la entrada de la otra unidad, pero se diferencia en que esta es cíclica. La complejidad de este tipo de interdependencia radica en que el cambio que realice en las reglas acordadas algún miembro de la cadena, afecta a todo el mundo en cualquier momento del proyecto.

La forma de gestionar con eficacia las interdependencias variará según el tipo. Una interdependencia agrupada puede gestionarse solamente estandarizando las normas y procedimientos de operación. La interdependencia secuencial se puede gestionar a través de la planificación y la programación medianamente adaptativa. La más compleja de las tres, la recíproca, necesita ser gestionada a través de un intercambio de información constante y continuos ajustes.

En la construcción existen interdependencias secuenciales entre las diferentes actividades como el diseño, producción y montaje, porque la producción de una actividad sirve como entrada a la siguiente. Sin embargo, las cadenas de suministro de la construcción, a diferencia de otros tipos de industrias, no son principalmente secuenciales, existen interdependencias recíprocas y agrupadas, siendo las recíprocas las que dominan el proceso (Walker, 2007). Además existe la necesidad de sincronizar una serie de cadenas de suministro para las diferentes obras que en ese momento esté realizando la empresa (Bankvall et al., 2010)

La colaboración en la fase de diseño, y los ajustes que en esta fase se pueden realizar, permiten una mejor coordinación de las interdependencias secuenciales entre todas las funciones de planificación y de las interdependencias agrupadas en la producción a través de la normalización (Bygballe & Jahre, 2009).

Las cadenas de suministro generalmente se modelan en lo que respecta a su coordinación e integración como si las actividades fueran interdependientes de forma secuencial. Sin embargo, las actividades realizadas en los proyectos de construcción terminan siendo interdependientes de forma recíproca (Bygballe & Jahre, 2009).

Bankvall et al., (2010) realizaron el estudio de la cadena de suministro de una placa de yeso en un proyecto específico. En este proyecto las placas de yeso, elaboradas por encargo de forma personalizada, con unas determinadas características, tenían que ser suministradas a la obra en cuatro entregas. La tercera de las entregas tuvo que ser pospuesta debido al retraso de montaje en obra, no era posible instalar las placas en el ritmo inicialmente previsto. Este retraso afectó a los miembros de la cadena de suministro de las placas, al fabricante, que tuvo que almacenarlas en fábrica ya que al ser personalizadas no se pudieron vender a terceros, y al transportista que tenía comprometidos los camiones. El retraso en la ejecución también afectó a los trabajos posteriores que se tenían que realizar en esa obra, teniendo que adaptarse a la nueva situación las cadenas de suministro de otros materiales. Con este estudio los autores demuestran que la interdependencia recíproca entre las actividades llevadas a cabo en las

obras de construcción implica necesidades de ajustes de la planificación de forma continua, con el fin de hacer frente a acontecimientos imprevistos. En consecuencia, estos ajustes afectan a todas las actividades relacionadas en la cadena de suministro. Esto explica por qué en la industria de la construcción se necesitan reservas de productos estandarizados en diversas etapas de las cadenas de suministro que actúen como amortiguadores en los cambios de planificación.

Visto que las relaciones que más problemas crean son las de interdependencia recíproca, si se persigue un mejor rendimiento la conclusión es que una mejor planificación, la sincronización y la flexibilidad son más importantes que la integración de la cadena de suministro (Bygballe & Jahre, 2009; Bankvall et al., 2010).

Las interdependencias recíprocas que se producen en la construcción requieren una mayor interacción, frecuente y directa, entre las empresas involucradas que les permita realizar ajustes de actividades y recursos. Esta interacción se ve perjudicada por los intermediarios, cuya función actual es amortiguar el paso del material de las instalaciones que lo producen a las obras de construcción (Bankvall et al., 2010).

Así pues, la idea de interdependencia entre actividades marca una diferencia esencial entre el entorno manufacturero y la construcción. En el sector manufacturero la predictibilidad de desempeño de la parte del proceso realizado por cada estación de trabajo es notablemente mayor que en el caso de la producción en construcción, donde la estimación de la carga de trabajo de cada actividad se basa en proyectos similares realizados con anterioridad (Ortiz González, 2011).

La dependencia y la variación han sido reconocidos hace muchas décadas como los culpables de numerosos desafíos a los que se enfrenta la arquitectura, la ingeniería y la industria de la construcción (Arbulu et al., 2003).

5.8.2 Tipos de relación, según la transferencia de riesgo, entre los integrantes de la cadena de suministro.

En los contratos tradicionales, los riesgos se transfieren desde la parte contratante hacia la parte contratada, y si una de las partes incumple sus obligaciones tiene consecuencias legales y comerciales. Se trata de contratos de “transferencia de riesgo” en los que cada parte tiene y debe cumplir sus obligaciones por sí sola (Palacios et al., 2011).

Las relaciones contractuales en la industria de la construcción pueden estar basadas en enfoques de competencia o en enfoques de colaboración.

No hay solamente una relación óptima entre comprador-proveedor, el espectro de relaciones es amplio y se debe emplear la relación más adecuada a cada caso (Cox & Thompson, 1997; Cox A. , 2004) En un extremo hay quienes sostienen la adopción de la transparencia, con el fin de establecer relaciones ganar-ganar; en el otro extremo están quienes prefieren enfoques con resultados de suma cero, ganar-perder (Cox A. , 2004)

El tipo de cliente condiciona la relación contractual que se puede establecer. Muchos de los clientes de la construcción son compradores de una sola vez y, por lo tanto, no pueden beneficiarse de ofrecer a los proveedores cargas de trabajo repetitivas a cambio de suministro preferencial. Los clientes regulares sí que pueden formar acuerdos marco para una serie de proyectos (Cox & Thompson, 1997)

La peculiar naturaleza de la construcción, con cadenas de suministro específicas para cada proyecto o con alto grado de incertidumbre en algunas actividades, provoca que las relaciones contractuales que se establezcan sean específicas para las necesidades de negocio de esta industria en particular, no siendo adecuadas formas genéricas de uso común en otras industrias (Cox & Thompson, 1997)

Relaciones de competencia.

La forma de adquisición habitualmente utilizada en la construcción, basada en la licitación y adjudicación al proveedor de menor precio (Egan, 1998), sin ninguna garantía de futuros trabajos, ha fomentado las relaciones a corto plazo, adaptadas a la duración del proyecto. Así las relaciones cortoplacistas han generalizado los enfrentamientos entre las partes y los comportamientos oportunistas en lugar del trabajo de colaboración (Cox & Thompson, 1997).

A pesar de las características negativas de este tipo de relaciones de competencia, son las más habituales en la industria de la construcción. Su utilización se debe a que las relaciones contratista-subcontratista generalmente se forman sobre la base de un solo proyecto, debido a la fluctuación de la demanda, los cambios rápidos en las preferencias de los clientes, los componentes específicos de cada proyecto, los avances tecnológicos y la estacionalidad (Lee et al., 2009).

El cliente espera que la competencia en el mercado genere constantes cambios, por lo que se basa en la gestión de relaciones a corto plazo con el fin de probar de nuevo el mercado en un futuro próximo. Las relaciones basadas en enfoques de competencia son reactivas, ya que las decisiones se toman en respuesta a las ofertas de suministro del mercado (Cox A. , 2004).

En las relaciones de competencia ganar-perder, los miembros de la cadena de suministro actúan por interés propio. Son relaciones adversas en las que se produce desconfianza de unos hacia otros, la retención y la manipulación de la información, la resolución ineficaz de problemas y una distribución injusta de riesgos (Larson, 1997). A pesar de ello, los contratistas asumen que los subcontratistas ofrecerán el máximo rendimiento y se abstendrán de conductas oportunistas que, creando insatisfacción en el contratista, podrían dar como resultado la pérdida de futuros trabajos (Lee et al., 2009).

En los mercados de un solo origen, son los compradores los que dependen de los proveedores. Esto se suele dar en determinadas unidades de obra, donde desde el proyecto o desde el contrato, se requiere de la especialización, la capacidad tecnológica o el diseño, lo que justifica que puedan ser de un solo origen (Cox & Thompson, 1997).

Relaciones de colaboración.

Para establecer una relación contractual adecuada algunos autores han defendido la necesidad de las relaciones de colaboración entre los integrantes de la cadena de suministro. Sin embargo debemos tener presente que el propósito de una relación no es más que para servir a los objetivos del negocio de la compra/suministro.

Las relaciones de colaboración se pueden dar a través del poder de negociación o a través de incentivos. A través del poder de negociación se producen por la desigualdad entre el cliente y el proveedor, se juega con la necesidad del proveedor de conseguir el contrato para incrementar su carga de trabajo. A través de los incentivos se puede conseguir mediante la expectativa de negocio futuro.

Los enfoques de colaboración ayudan a frenar el comportamiento oportunista y reduce la necesidad de buscar la responsabilidad objetiva dentro del reparto de riesgos.

Las relaciones de colaboración creadas por la expectativa de carga de trabajo regular, aseguran al comprador que su demanda será satisfecha de manera satisfactoria. Si la relación es adecuada, el comprador no debería encontrar ofertas más baratas en otros proveedores. Por su parte el proveedor obtiene un flujo de ingresos, una carga de trabajo continua, y un beneficio razonable. En circunstancias de demanda regular, este enfoque tiene un efecto consecencial en toda la cadena de suministro. (Cox & Thompson, 1997)

En la industria de la construcción las relaciones de colaboración que se dan suelen ser reactivas, es decir el comprador selecciona entre las ofertas de suministro del mercado. Las relaciones proactivas, en las que el comprador y vendedor, de forma conjunta, hacen una inversión para crear lazos técnicos y adaptaciones específicas con el fin de crear nuevos productos y ofertas de servicios, son escasas.

Realmente la gestión de la cadena de suministro debería comprender el desarrollo de proveedores de forma proactiva, no sólo en el primer nivel de la cadena de suministro, sino en todas las etapas hasta el suministro de la materia prima. El objetivo de esta forma de trabajo normalmente es crear una oferta de un producto o servicio con un coste o prestaciones que no está disponible actualmente en el mercado. El problema es que muy pocas empresas están en una posición en la que puedan llevarlo a la práctica (Cox A. , 2004), en una industria tan fragmentada como la construcción donde prácticamente la totalidad de empresas son PYMES, este objetivo es inalcanzable.

La gestión de la cadena de suministro y el desarrollo de proveedores tienden a funcionar mejor en circunstancias en las que los compradores tienen dominio sobre los proveedores o, por lo menos, hay una interdependencia en las relaciones de poder entre ellos. (Cox A. , 2004)

5.9 TIPOLOGÍAS DE ORGANIZACIÓN ECONÓMICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO.

Existen tres formas reconocidas de organización económica en la gestión de la cadena de suministro de la construcción (Williamson O. , 2008): organizaciones abiertas, organizaciones híbridas y organizaciones jerárquicas.

Organizaciones abiertas

En las organizaciones abiertas la gestión es impulsada por los mercados. Enfoque de la cadena de suministro a favor del mercado libre, impulsado por la competencia de la cadena de suministro y gobernado principalmente por el mecanismo de los precios. Es sin duda la forma más popular de intercambio comercial en construcción (Tennant & Fernie, 2014). El énfasis constante en los escenarios de ganar-perder está presente en la mayoría de los proyectos de construcción (Cox A. , 2004).

La cultura económica del interés propio, el instrumentalismo y el equilibrio continúa regulando la toma de decisiones comerciales en la construcción (Tennant & Fernie, 2012).

En proyectos sin complicaciones en el diseño, con compromisos a corto plazo y de riesgo mínimo de construcción, que la gestión de la cadena de suministro esté regida por las relaciones económicas abiertas a favor del mercado tiene sentido empresarial innegable. Este tipo de proyectos son la mayoría en construcción. En los proyectos de alto riesgo o repetitivos, una tipología alternativa de gestión de la cadena de suministro puede proporcionar una solución más ventajosa (Tennant & Fernie, 2014).

Organizaciones híbridas

Los modos híbridos de gestión de la cadena de suministro tratan de templar el mecanismo de los precios con la confianza, y suplantar las relaciones comerciales de la competencia con las formas de colaboración en el trabajo.

Las formas de contratación generalmente adoptadas han sido la construcción de asociación (Hartmann & Bresnen, 2011), alianzas estratégicas (Rezgui & Miles, 2010) y la construcción de acuerdos marco (Tennant & Fernie, 2012). Estas formas de contratación toman su mayor impulso en la etapa de bonanza económica que se produjo en el periodo 1998-2008. Periodo inusualmente largo comparado con los ciclos económicos tradicionales en el sector de la

construcción. Los informes de Latham (1994) y Egan (1998) impulsados por el gobierno del Gran Bretaña también influyen en el aumento de la asociación durante ese periodo.

Para algunos autores, las asociaciones en la construcción desmienten la necesidad de una intensidad competitiva para lograr el costo más bajo (Hartmann & Caerteling, 2010).

Los estilos de mediación en las relaciones híbridas se caracterizan por la buena disposición de todas las partes a cooperar y trabajar juntos en la resolución de imprevistos (Williamson O. , 2008).

Para que las asociaciones de la construcción, las alianzas estratégicas y acuerdos marco de la construcción sean sostenibles, la continuidad en el flujo de trabajo es fundamental (Williamson O. , 2008). En un periodo de deterioro de las condiciones comerciales, se abandonarán todos los lazos empresariales y volverán a los mecanismos pro-mercado de la gestión de la cadena de suministro.

Organizaciones Jerárquicas.

En los modos jerárquicos se establece una jerarquía corporativa cerrada que sustituye el comercio por fronteras organizativas discretas para una integración vertical.

Las jerarquías de la cadena de suministro generan una capacidad de organización para invertir, investigar, desarrollar y generar un núcleo de competencias que proporcionan un fácil acceso a los proyectos de alta complejidad (Cox A. , 2009). Estas organizaciones permiten ofrecer productos especializados o prestaciones de servicios únicas con personal experto, que les posibilita obtener una ventaja económica. Sus competidores tienen el coste añadido de adquirir estos especialistas en el precio de oferta de los proyectos.

En este modo de gestión existe un riesgo de organización y funcionamiento interno que puede llevar a que el intercambio económico llegue a ser cada vez más burocrático y, en última instancia institucionalizado (Tennant & Fernie, 2014).

En periodos de un dramático descenso de la producción en la construcción, la falta de agilidad comercial y de flexibilidad organizativa para responder puede dar lugar a la subutilización de activos (Tennant & Fernie, 2014).

6 SOLUCIONES PLANTEADAS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS.

La solución a los problemas observados en la cadena de suministro de la construcción requiere esfuerzos de innovación y mejora en la gestión. Sin embargo, algunos autores (Gann et al., 1992) consideran que los esfuerzos de innovación en esta industria se orientan, de forma desproporcionada, hacia la mejora de productos en lugar de a la mejora de procesos (Winch, 1998). Con ello podemos hacernos una idea sobre el esfuerzo que el sector, ha realizado históricamente en la mejora de los procesos y las relaciones entre los participantes en la cadena de suministros.

Para London y Kenley la dificultad de la investigación sobre las soluciones a los problemas de la cadena radica en que gran parte del trabajo está orientado al proyecto como la unidad de análisis, con lo que hay una falta de trabajo que se acerque al problema a partir de un contexto industrial más amplio (London & Kenley, 2001).

En el informe que realiza Egan (1998) ya se critica a la industria y se demandan mejoras en términos relacionados con la reducción de costes, tiempos, defectos y accidentes. Para conseguir estas mejoras se identifican como posibles soluciones:

- la mejora de componentes, materiales y métodos de construcción, incluyendo la normalización y pre-montaje, y la utilización de nuevas tecnologías como el modelado 3D;
- la utilización de herramientas para hacer frente a la fragmentación, como acuerdos de asociación y la utilización de contratos que sustituyan a los tradicionales de adquisición y gestión de proyectos;
- las herramientas y técnicas aprendidas de otras industrias para mejorar la eficiencia y la calidad, entre las que se incluyen la evaluación comparativa, la gestión del valor, el trabajo en equipo, Just-in-time, la ingeniería concurrente y la gestión de la calidad total (Egan, 1998).

La mayor parte de estas propuestas realizadas por Egan, hace ya 18 años, están relacionadas con la cadena de suministro.

Para la mejora de la cadena de suministro se han desarrollado dos escuelas de pensamiento (London et al., 1998). La primera está asociada a la logística, que busca una reducción de residuos a través de la gestión eficiente de los flujos de suministro de materiales, apoyada en

los flujos de información entre los participantes (Agapiou et al., 1998a). La segunda está asociada al pensamiento Lean, y busca crear valor a través de toda la cadena de suministro (Womack & Jones, 1996).

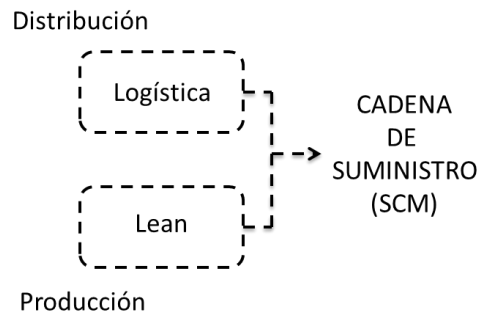


Fig. 48 Escuelas de pensamiento que buscan la mejora de la cadena de suministro.

Fuente: Elaboración propia a partir de London et al. (1998).

Hay que tener presente que algunas de estas herramientas o técnicas son anteriores en el tiempo a la aparición del concepto cadena de suministro, que no han sido creadas pensando en contribuir a la gestión de la cadena de suministro, pero que sin embargo sí que contribuyen a su desarrollo.

El problema tal vez radica en que la construcción se esté moviendo hacia la adopción de SCM sin haberse beneficiado de innovaciones anteriores, como serían JIT y TQM (Saad et al., 2002).

Una parte importante de las soluciones son transferidas de otras industrias. La idea de transferir a la construcción conceptos relacionados con la cadena de suministro de otras industrias, ha sido discutida ampliamente por muchos autores. Los defensores de esta práctica establecen la idoneidad de su utilización en el hecho de haber sido probadas con éxito en otros sectores, dependiendo su utilización exitosa solo de superar algunas barreras. Entre las barreras consideradas suelen citarse la estructura fragmentada y las actitudes adversarias o de confrontación presentes en el sector (Green S. D., 2011). El debate sobre lo inadecuado de esta práctica se fundamenta principalmente en que los niveles de repetición y la integración de la cadena de suministro son mucho menores que en las industrias donde se originaron estos conceptos. También existe la idea de que la construcción es una industria de sistemas complejos, y las industrias de sistemas complejos, necesitan ser investigadas de diferente forma a los modelos de producción en serie (Winch, 1998).

Cierto es que la aplicación de estas soluciones en las cadenas de suministro en otras industrias se ha visto apoyada por los procesos de aprendizaje. En la construcción, la

organización de las cadenas de suministro por proyectos, no está promoviendo el aprendizaje. Una de las razones es la naturaleza temporal del proyecto que no ofrece ninguna garantía de nuevos contratos entre los miembros del equipo, por lo que no se establecen planes conjuntos más allá del proyecto. De esta forma una nueva curva de aprendizaje se inicia cada vez. Además dentro de las empresas, con estructuras fuertemente descentralizadas y centradas en las actividades del proyecto, se realiza muy poco esfuerzo dedicado a la transmisión de conocimientos y de la experiencia de un proyecto a otro (Dubois & Gadde, 2002).

También se critica que las soluciones están excesivamente centradas en la eficiencia, muchas veces en detrimento de otras consideraciones. Los directivos de empresas del sector suelen estar más preocupados por la continuidad de la carga de trabajo, intentando evitar las fluctuaciones de los niveles de demanda, que en la eficiencia. Para las empresas constructoras, los riesgos de ser ineficientes siempre pueden ser delegados a los subcontratistas, que pueden a su vez delegar en sus propias subcontratas (Green S. D., 2011).

Algunos autores defienden que la gestión de la cadena de suministro requiere en la práctica de algún tipo de perspectiva estratégica a través de toda la cadena de suministro (London & Kenley, 1999). Otros mantienen que sería suficiente con poner menos énfasis en los límites del proyecto, permitiendo aumentar la coordinación en otras dimensiones (Dubois & Gadde, 2002).

En todo caso, parece razonable pensar en la utilización de técnicas de análisis para diseñar las cadenas de suministro de un proyecto, de forma que permitan determinar qué disciplinas son las apropiadas a las necesidades del proyecto. Por ejemplo, utilizar Just-In-Time o entregas por lotes (O'Brien, 1999).

Para el estudio de las soluciones que pueden mejorar la gestión de la cadena de suministro se han creado ocho grupos:

- La planificación y la producción.
- El flujo de materiales.
- La gestión de las relaciones.
- La reingeniería de procesos.
- La estandarización.
- La medición del rendimiento
- La comunicación.

- La gestión del conocimiento.

6.1 LA PLANIFICACIÓN Y LA PRODUCCIÓN.

Los intentos de mejorar la gestión de la cadena de suministro, desde principios de los años 90, se han centrado en la introducción de las técnicas Lean o producción ajustada en la red de suministro de la construcción (Briscoe et al., 2001). Posteriormente la aparición del concepto de producción “Agile”, que también ha tenido su aplicación al sector de la construcción, ha supuesto una alternativa a la producción ajustada.

6.1.1 Lean construction

Lean Production

Lean Production nace del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS), desarrollado a partir de las iniciativas que Taiichi Ohno tuvo en la década de los 50, como consecuencia de la necesidad de atender mercados de volúmenes bajos con una mayor variedad de vehículos, es decir construir coches basándose en la demanda de los clientes, lo que requería mayor flexibilidad en la producción (Womack et al., 1990).

Ohno entendió que el sistema de producción en masa utilizado hasta ese momento, priorizaba la necesidad de mantener la cadena de producción en su máximo rendimiento, a costa de acumular los inventarios que fueran necesarios y de no interrumpir la producción por causa de los defectos o la falta de calidad (Howell, 1999).

El término Lean Production fue acuñado por el investigador John Krafcik (1988) del Programa Internacional de Vehículos de Motor, realizado por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en la década de los 80. El enfoque aportado por Lean Production era opuesto al de producción en masa común, en aquel momento, en Estados Unidos y Europa (Womack et al., 1990).

Desde la publicación del libro “The machine that changed the world: The story of Lean Production” (Womack et al., 1990) su estudio y adopción ha ido en aumento, hasta el punto de que se puede considerar como la filosofía de producción manufacturera actual.

La producción Lean puede describirse desde dos puntos de vista: desde una perspectiva filosófica, relacionada con principios rectores y objetivos generales; o desde una perspectiva

práctica, como un conjunto de prácticas de gestión, herramientas o técnicas que se pueden observar directamente (Shah & Ward, 2007).

Lean Production tiene como objetivo principal conseguir la máxima eficiencia, a un coste mínimo y con cero desperdicios. Para conseguirlo se actúa sobre las causas que producen la variabilidad o las pérdidas, es decir, sobre todo aquello que no aumenta el valor para el cliente. Este sistema afecta no solamente a los departamentos de las empresas, sino también a su organización externa, suponiendo una nueva concepción de las relaciones tanto con proveedores como con clientes basadas en acuerdos de colaboración a largo plazo (Shah & Ward, 2007). Estas relaciones se apoyan en los beneficios de la transparencia y las relaciones ganar-ganar (Womack et al., 1990).

El enfoque Lean trata de personalizar la producción en masa, para ofrecer a los clientes exactamente lo que desean en el momento en que lo quieren. Para lograr este fin, esta filosofía defiende la mejora de la flexibilidad, reducción de los residuos, tanto dentro de las empresas como entre ellas, y mejora del flujo a lo largo de la cadena de suministro (London & Kenley, 2001). Por lo tanto, la comunicación y la mejora del flujo de información entre los integrantes de la cadena de suministro adquieren gran importancia (New & Ramsay, 1997).

Diversos estudios han demostrado que los residuos⁵ están omnipresentes en las cadenas de suministro de la construcción (Vrijhoef & Koskela, 2000). A menudo, estos residuos se producen entre los procesos, disciplinas y organizaciones. Eliminarlos es el objetivo de aquéllos que quieren mejorar el rendimiento del sistema (Arbulu et al., 2003)

Para reducir costes de fabricación, eliminando o reduciendo los costes improductivos de los procesos, Lean Production impulsa la mejora continua, a través de pequeñas mejoras graduales, apoyada en la observación diaria del trabajo in-situ.

Otro aspecto relevante de Lean Production es que, para reducir los tiempos de ciclo de diseño y producción de productos, tanto su diseño como su producción se realizan en forma concurrente (Ingeniería Concurrente) (Palacios J., 2010).

Los principios de “Lean Production” dan lugar a la utilización de una serie de prácticas como: Just in Time (JIT); Total Productive Maintenance (TPM); Total Quality Management (TQM);

⁵ Se entiende por residuos todos los esfuerzos que no agregan valor al producto final desde el punto de vista del cliente.

prácticas avanzadas de Recursos Humanos; y la integración con proveedores y clientes (Shah & Ward, 2007).

Lean Construction.

Los conceptos Lean han sido aplicados a la cadena de suministro de la construcción a partir de la década de los 90, destacando los trabajos: “Application of the new production philosophy to construction” (Koskela, 1992), que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema; y la creación de “The International Group for Lean Construction” (IGLC) en 1993, que acuñó el término Lean Construction.

El informe Egan (1998), se considera el máximo responsable de la popularización entre los profesionales de la construcción del conjunto de técnicas Lean (Green & May, 2005).

En el sector construcción la filosofía Lean ha desarrollado varias herramientas, entre las que destacan el Last Planner System (LPS) (Ballard, 1994) y el Lean Project Delivery System (LPDS) (Ballard, 2000; Ballard, 2008), como las de mayor influencia sobre la cadena de suministro.

La aplicación de Lean al sector de la construcción no está exenta de problemas. Las circunstancias para el éxito conseguido por la filosofía Lean en la gestión de la cadena de suministro de la industria del automóvil, con demanda de alto volumen, con continuidad y estandarizada, no se dan en otras industrias, entre ellas la construcción (Cox A. , 2004)

La práctica habitual de transferencia del riesgo en la cadena de suministro a los subcontratistas reduce el incentivo para la introducción de modelos de suministro Lean en la construcción (Naim & Barlow, 2003).

Estudios de caso realizados sobre la utilización de técnicas Lean en obras de edificación han concluido que la búsqueda de la eficiencia en el uso de los recursos estaba socavando la eficacia en la entrega de los proyectos (Fearne & Fowler, 2006). No obstante, resultados negativos obtenidos en algunos casos no implican que no puedan obtenerse resultados satisfactorios en otros.

Last Planner System (LPS)

Una de las cosas más eficaces que se pueden hacer para mejorar la productividad es mejorar la planificación (Ballard, 1994). Last Planner System es la principal herramienta de planificación para la construcción, desarrollada bajo filosofía Lean. Supone realizar la planificación en

colaboración con los subcontratistas y proveedores. Con LPS la responsabilidad de la planificación se descentraliza, transmitiéndose a los capataces o encargados que están en contacto con la obra, de forma que éstos intervienen en la programación de las tareas, en lugar de seguir instrucciones, consiguiendo aumentar su implicación con los objetivos.

Es un método que contribuye a la buena comunicación entre los miembros de la cadena de suministro. Las reuniones de coordinación semanales, que se realizan para fijar la programación de la ejecución, son propicias para establecer comunicación directa entre los miembros de la cadena de suministro. Cuando se ejecuta se requieren compromisos con respecto a la tarea asignada, incluso declaraciones explícitas de la finalización de las tareas (Ballard, 2000).

Lean Project Delivery System (LPDS.)

Lean Project Delivery System surge en el año 2000 desarrollado por Ballard, como la aplicación de Lean Production al desarrollo de proyectos.

Lean Project Delivery se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este (Pons, 2014). Propone la integración de la fase de diseño con la de producción, promueve un espíritu de equipo entre las partes y una igualdad de condiciones en la búsqueda de objetivos comunes (Palacios et al., 2013).

El LPDS comienza con la formación del grupo central constituido por el propietario, constructor y arquitecto. Con posterioridad este grupo selecciona al resto de miembros: ingenieros, subcontratistas y proveedores de material (Ballard, 2000) Con esta forma de proceder se trata de integrar a los contratistas desde la fase del diseño, aportando los datos correspondientes a los sistemas constructivos y los materiales a utilizar, para su incorporación a las soluciones de proyecto.

En LPDS se produce un diseño simultáneo del edificio y su proceso de producción (Pons, 2014). Es decir se trata de un proceso de ingeniería concurrente (Palacios J. , 2010)

El modelo de LPDS se basa en once módulos, organizados en cinco fases interconectadas que se extienden desde la definición del proyecto, pasando por el abastecimiento, construcción, puesta en marcha hasta la salida de servicio, dos módulos de control de la producción y uno de estructuración del trabajo (Ballard, 2008). La Fig. 49 muestra esquemáticamente como se organizan estos módulos en las cinco fases.

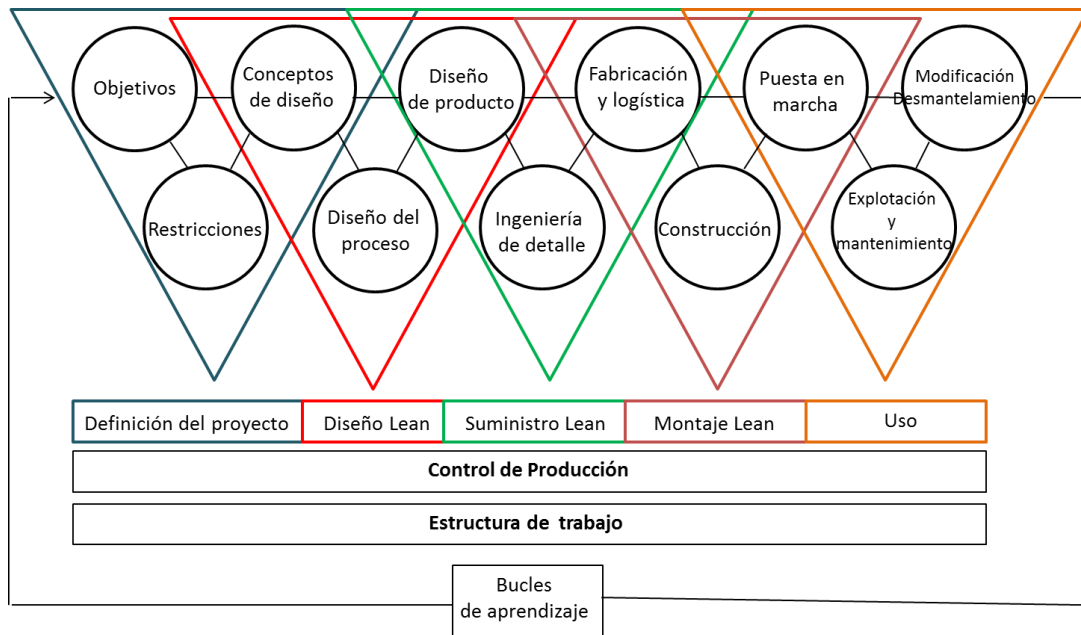


Fig. 49 Lean Project Delivery System.

Fuente: Ballard (2008)

La fase de suministro, en la que se desarrolla la ingeniería de detalle, que debe estar modelada en 3D, la fabricación o compra de componentes y materiales y la logística de entrega, requiere del diseño del producto y del proceso para que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuándo entregar esos componentes. Todo ello sin perder de vista el objetivo de maximizar el valor para el cliente (Ballard, 2008).

Respecto a las herramientas de diseño utilizadas deben permitir la colaboración para integrar los insumos de diseño desarrollados en diferentes plataformas en un único modelo (Ballard, 2008).

LPDS prevé que en el diseño del proceso se especifique el tipo de buffer, la ubicación y el tamaño. Los planes de la cadena de suministro son diseñados para facilitar la entrega Just-in-Time de los materiales a la obra (Ballard, 2008).

6.1.2 Total Quality Management (TQM)

TQM tiene como objetivo difundir el control de calidad a todos los niveles de un sistema completo de producción, y construir mecanismos que aseguren el monitoreo continuo de la calidad.

Las organizaciones de la construcción que pretendan adoptar un enfoque en conseguir el valor para el cliente, deben basarse en la gestión de la calidad total para establecer las

relaciones interorganizacionales y promover una cultura de mejores prácticas (Love et al., 2004).

El esfuerzo que deben realizar las organizaciones es importante, ya que la implementación de TQM requiere cambios en todos los niveles y en todas las etapas de la cadena de suministro de la construcción (McGeorge & Palmer, 1997)

6.1.3 Agile.

El tipo de cadenas de suministro que se apoya en las relaciones discontinuas y la demanda fluctuante son conocidas como Agile (Mehrjerdi, 2009).

La industria de la construcción, caracterizada por su volatilidad, es un sector donde las cadenas de suministro Agile pueden obtener ventajas competitivas. Los ciclos de vida de los productos cada vez se acortan más, aparecen nuevos productos y nuevas técnicas de ejecución que los clientes quieren adoptar en sus proyectos, lo que obliga a la flexibilidad en las cadenas de suministro para adaptarse a los nuevos requerimientos.

El paradigma Agile hace hincapié en la necesidad de eficacia en términos de altos niveles de servicio a través de la flexibilidad y la personalización, considerando la consecución de costes aceptables como un objetivo más secundario (Naim & Barlow, 2003). Agilidad implica la capacidad de moverse rápidamente para satisfacer la demanda del cliente. Para algunos autores la agilidad es en realidad más importante que la planificación a largo plazo en su forma tradicional, ya que los patrones de demanda son inciertos. Esto hace que la planificación sea más difícil y, en cierto sentido, peligrosa (Christopher, 1992).

Una respuesta rápida a la necesidad de cambio es favorable para el éxito de las organizaciones. Éstas deben estar dispuestas a reestructurarse, rediseñarse y reinventarse en la novedad; ser capaces de anticipar, gestionar y hacer frente a los nuevos desafíos, con una visión macro de la empresa, que es más allá de una sola organización, bajo la perspectiva de la mejora continua (Cheng et al., 2001).

La incertidumbre y la variabilidad de la demanda son los motivos que algunos autores esgrimen para sostener que los enfoques Lean no siempre son posibles y que enfoques Agile son necesarios para atender los caprichos de la demanda y la oferta (Cox & Townsend, 1998). La filosofía Lean se basa en la idea de que la gestión de la cadena de suministro es más eficaz en las cadenas de suministro estables y con productos estandarizados, características que no

se dan en la construcción tradicional. Por ello el desarrollo de cadenas de suministro siguiendo el paradigma Agile se ha considerado por parte de algunos autores como más adecuado para la construcción (Vrijhoef R. , 2011).

Las cadenas de suministro Agile se centran en la fabricación contra pedido, explotando la capacidad de dar a los clientes exactamente lo que quieren, cuando lo quieren (Naim & Barlow, 2003). La agilidad se consigue mediante “buffers” de inventario, sobre los sistemas de capacidad y de información. Estas actividades suponen añadir costes antes de proporcionar beneficios (Mehrjerdi, 2009). Un enfoque Agile requiere una planificación colaborativa, previsión y reposición (Attaran & Attaran, 2007).

El sector de la construcción, que como hemos visto, se caracteriza por clientes con diferentes necesidades, con puntos de desacoplamiento diferentes según la forma de iniciar la demanda, admite la aplicación tanto de los conceptos de Lean como los de Agile (Naim & Barlow, 2003).

6.2 EL FLUJO DE MATERIALES.

Las dos herramientas desarrolladas dentro de la industria manufacturera y del automóvil, adoptadas por la construcción para la mejora del flujo de materiales son la logística y el Just-in-time.

6.2.1 La logística.

En 1998 el “Council of Logistics Management” (CLM) definió la logística como la parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el eficiente y eficaz flujo y almacenaje de bienes, servicios e información relacionada, desde el origen hasta el consumidor para poder cumplir con los requisitos de los clientes (Lambert et al., 1998).

El suministro de materiales de construcción a las obras no está exento de dificultades que pueden tener un efecto en la productividad. Por una parte, el espacio de almacenamiento en las obras suele ser escaso; además este almacenamiento debe estar relacionado con la secuencia de construcción para reducir al mínimo el movimiento y manipulación de materiales. Por otra parte, al inicio de las obras, el grado de definición de los proyectos y los contratos no es el adecuado para solicitar el suministro con antelación; además la carga de trabajo variable en el sector, con estrangulamientos en la oferta, dificultan las adquisiciones (Agapiou et al., 1998a).

Para algunos autores, el aumento de la productividad es posible si el proceso de construcción se planifica desde una perspectiva logística. El concepto de logística requiere una programación exacta de las fechas de entrega de materiales y una mayor implicación de los proveedores, incluyendo la participación temprana en la fase de diseño y la responsabilidad en el flujo de información relativa a los materiales (Agapiou et al., 1998a).

Hay que destacar que en el sector construcción, la aparición de grandes cadenas de minoristas con sus propios almacenes centrales, ha mejorado en las últimas décadas la distribución de materiales (Voordijk, 2000).

6.2.2 Just-in-time (JIT)

Just-in-time surgió en los años 50 como estrategia desarrollada por Taichi Ohno para reducir o eliminar el stock en la cadena de producción de Toyota. Durante los años 80 recibió gran difusión en EE.UU., y en los años 90 se incorporó de forma masiva en Europa.

Es un método basado en sacar el trabajo de un proceso al siguiente sólo cuando el proceso sucesor lo necesita. Una de las aportaciones de JIT es la reducción del inventario de trabajos en proceso, pero un mayor beneficio es la reducción de los tiempos de ciclo de producción, ya que los materiales pasan menos tiempo en acopios a la espera de ser utilizados. Pero el mayor beneficio de JIT es la reducción en la variación de flujo, contribuyendo a la mejora continua (Ballard & Howell, 1995).

La práctica efectiva de Just-in-time no se puede lograr sino es a través de la cadena de suministro, ya que su utilización por las empresas de forma individual sólo consigue cambiar el problema generado por los costes de inventario a otros lugares de la cadena de suministro, obligando a los proveedores o los clientes a realizar ese inventario (Christopher, 1992).

La adopción de técnicas Just-in-time en las obras pretende eliminar el almacenamiento temporal en obra de los materiales previo a su utilización. Con esta técnica se elimina una doble manipulación de materiales que añade costes y aumenta el riesgo de daños. Sin embargo, se eliminan las existencias que permiten la regulación del flujo de materiales y aseguran que éstos están disponibles cuando son necesarios. Esta técnica elimina la amortiguación frente a la incertidumbre (Fearne & Fowler, 2006)

Debido a la incertidumbre que caracteriza a la construcción y la variación de flujo, su aplicación en la construcción no es tan sencilla como en la industria manufacturera. En los

proyectos de construcción es necesario realizar programaciones bien estructuradas, contando con “buffers” bien ubicados y dimensionados o con “buffers” de programación (Ballard & Howell, 1995).

6.3 LA GESTIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LOS AGENTES.

En las cadenas de suministro existen diferentes tipologías de relaciones que van desde la estrictamente comercial hasta la integración vertical (Lambert et al., 1996), pasando por diversos grados de colaboración (Capó-Vicedo et al., 2007).

La tradicional forma competitiva de adjudicar proyectos en la industria de la construcción, otorgando el trabajo a la oferta que proponga el menor valor económico, ha incrementado las disputas y los conflictos, generando relaciones adversas entre clientes y contratistas. Estas relaciones antagónicas quedan reflejadas en retrasos en la entrega de proyectos, dificultades para resolver reclamaciones, excesos de coste y litigios. Por eso hay que regular adecuadamente estas relaciones conflictivas (Palacios et al., 2013).

Las relaciones se pueden dividir en cuatro etapas: la de competición (enfoque tradicional en la que no se produce ningún tipo de asociación), la de cooperación (centrado en llegar a un acuerdo mediante compromisos), la de colaboración (con mejoras mediante el trabajo en equipo), y la de coalescencia o fusión (en la que se produce un alineamiento total de objetivos entre los socios y se aplica una reingeniería de procesos para adaptarse) (Thompson & Sanders, 1998). La Fig. 50 muestra estas etapas y su implicación en el grado de alineación de los objetivos y los potenciales beneficios.

A pesar de la forma competitiva de adjudicar proyectos, algunas investigaciones, apuntan a que gran parte de los subcontratistas trabajan de forma consistente para el mismo contratista, o para dos o tres contratistas. Esto significa que las relaciones permanentes entre los miembros de la cadena de suministro existen, aunque sea de una manera informal (London et al., 1998).

Otras investigaciones demuestran que las relaciones en la cadena de suministro no mejoran a menos que los miembros de la cadena de suministro estén vinculados y estrechamente conectados (Nath & Standing, 2010).

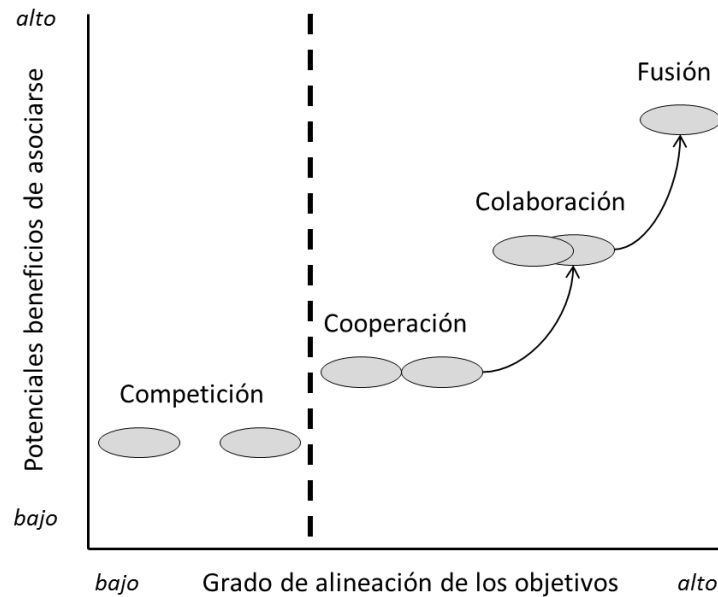


Fig. 50 Formas de relacionarse entre los agentes del proyecto.

Fuente: Thompson & Sanders (1998)

El objetivo para la mejora es utilizar formas más colaborativas de entrega de proyectos. Teniendo en cuenta que las asociaciones ofrecen potencial para descubrir y eliminar la redundancia de esfuerzos, reducir las actividades de supervisión, y acelerar los procesos (Thompson & Sanders, 1998).

Mejorar la relación entre terceros en el sector de la construcción, en definitiva, entre los integrantes de la cadena de suministro, ha sido el objetivo buscado con la adopción de prácticas como: Partnering, Alliancing, Integrated Project Delivery (IPD) y Supply Chain Management (SCM). Estas prácticas comparten muchas características.

En la Fig. 51 se muestran, agrupados en cuatro niveles, los diferentes métodos de colaboración en la entrega de proyectos. Cada nivel supone un incremento en la participación temprana del contratista y en los incentivos de pérdidas y ganancias compartidas.

Aunque los beneficios de Partnering y Alliancing son múltiples, su aplicación con éxito necesita de importantes cambios en los hábitos tradicionales, lo que es costoso de conseguir. Establecer buenas relaciones y la creación de equipos de trabajo entre los participantes de un proyecto es una forma más factible de conseguir la integración en la construcción. Para conseguir esa integración y creación de equipos es necesario un cambio de enfoque en la contratación, que se consigue con contratos relacionales (Palacios et al., 2011).

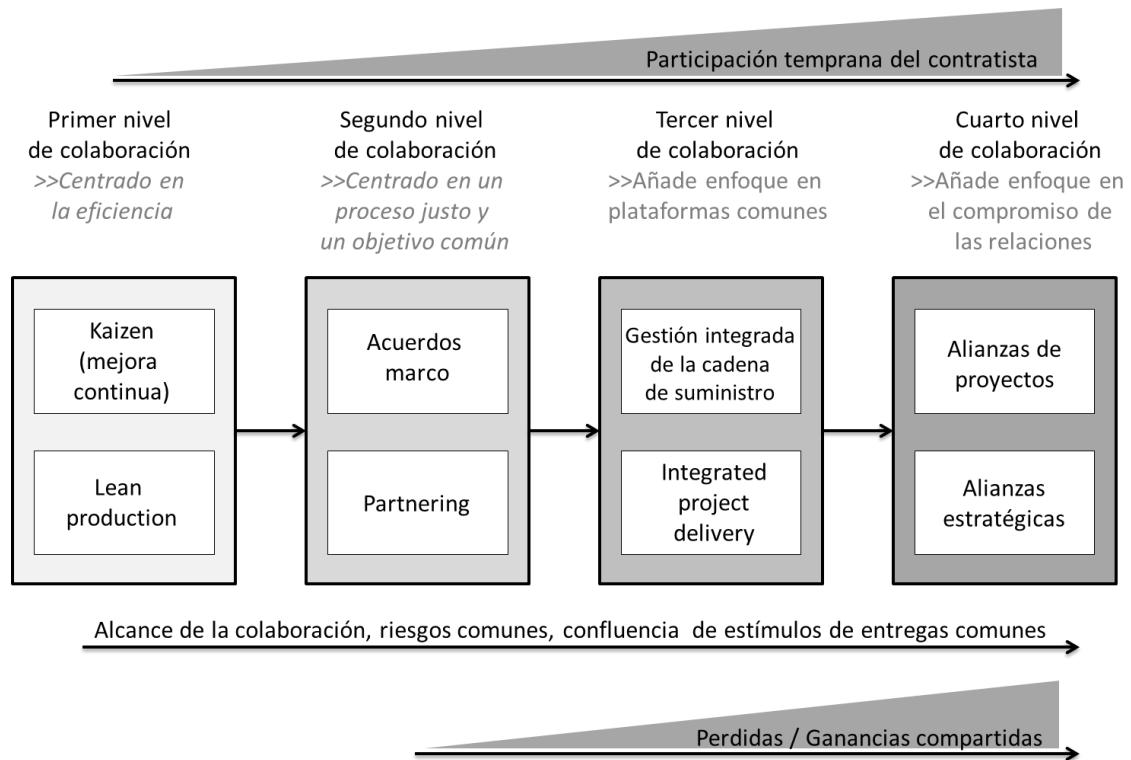


Fig. 51 Categorización de las formas de colaboración en la entrega de proyectos. Fuente: Walker & Lloyd-Walker (2013)

A nivel mundial, en el sector de la construcción es mucha la confusión que se produce entre las similitudes y diferencias de las diversas formas de contratación basada en las relaciones (Walker & Lloyd-Walker, 2013). Términos como asociación o Partnering son para mucha gente genéricos, significando cosas muy diferentes para otras personas (Thompson & Sanders, 1998).

En primer lugar hay que diferenciar entre la asociación del proyecto (relación establecida para un proyecto de construcción individual) que se centra en beneficios a corto plazo, y las asociaciones estratégicas (a largo plazo) que buscan ganancias para el largo plazo (Barlow & Jashapara, 1998). En una industria basada en proyectos, parece evidente que las alianzas a corto plazo serán más frecuentes (Love P. et al., 2002).

Para que las asociaciones de la construcción, las alianzas estratégicas y acuerdos marco de la construcción sean sostenibles, la continuidad en el flujo de trabajo es fundamental (Williamson O., 2008). En un periodo de deterioro de las condiciones comerciales, se abandonarán todos los lazos empresariales y volverán a los mecanismos pro-mercado de la gestión de la cadena de suministro.

Hay que destacar que la noción de asociación en el sector construcción, durante los primeros años en los que se aplica, estuvo restringida a los vínculos entre el contratista principal y el promotor, sin tener en cuenta la contribución de las empresas de subcontratación a un mejor desempeño del proyecto (Akintoye et al., 2000; Dainty et al., 2001a; Saad et al., 2002).

Una de las preocupaciones fundamentales de las empresas es el grado de riesgo financiero al que se enfrentan si exponen sus recursos a un solo cliente. Esto es un problema para fomentar las asociaciones o las relaciones a largo plazo (London & Kenley, 1999).

Para algunos autores el buen funcionamiento de las asociaciones en la construcción desmienten la necesidad de una intensidad competitiva para lograr el costo más bajo (Hartmann & Caerteling, 2010). Sin embargo para otros, las relaciones de asociación, aunque no se puedan rechazar, sólo pueden ser formas adecuadas de trabajo para los actores en circunstancias específicas de la cadena de suministro de la construcción y del mercado. De hecho, la mayoría de las relaciones seguirán siendo a corto plazo y, en condiciones de mercado relativamente oportunistas. Solamente un número limitado de actores, con recursos de poder clave en las cadenas de suministro de la construcción y en los mercados, podrán llevar a cabo métodos de colaboración con eficacia (Cox et al., 2006).

Las relaciones de asociación no solamente dependen de las circunstancias de las organizaciones. Una relación de asociación entre los miembros del equipo del cliente y el contratista pueden contradecir patrones de comportamiento individuales y creencias interiorizadas por los equipos de trabajo. La actitud y el comportamiento de las personas puede hacer fracasar las relaciones de asociación, y a menudo conducen a la utilización de las mismas rutinas utilizadas en el pasado (Hartmann & Bresnen, 2011). Sería necesario un cambio cultural dentro de la industria de la construcción, tanto a nivel de organización como entre organizaciones (Bresnen & Marshall, 2000a). Estudios realizados en el sector, concluyeron que la confianza, la apertura y la honestidad son actitudes necesarias para llevar a cabo las asociaciones con éxito, actitudes que frecuentemente escasean en la industria de la construcción (Briscoe et al., 2001).

El hecho de que la mayor parte del sector esté constituido por pymes, dificulta la colaboración ya que no tienen los recursos necesarios para invertir en sistemas de apoyo a la colaboración, ni capacidad para evaluar con eficacia sus prácticas de colaboración (Love P. et al., 2002). De todas formas, sea cual sea el tipo de relación de colaboración que se establezca, los estudios indican que un gran número de relaciones inter-organizativas fallan. Por ello gran

parte de los trabajos de investigación sobre colaboración entre empresas se centran en intentar descubrir las razones de estos fracasos, así como los factores que pueden llevarlas al éxito (Capó-Vicedo et al., 2007).

6.3.1 Partnering.

La introducción de mejoras en la relación entre los agentes de la cadena de suministro de la construcción a través de Partnering, es impulsada por los informes Latham (1994) y Egan (1998) para el gobierno de la Gran Bretaña.

El Instituto de la Industria de la Construcción define Partnering como: “Un compromiso a largo plazo entre dos o más organizaciones con el propósito de lograr los objetivos específicos del negocio optimizando la efectividad de los recursos de cada participante. Esto requiere cambiar las relaciones tradicionales hacia una cultura de compartir sin limitarse al ámbito de las organizaciones. La relación se basa en la confianza, dedicación hacia metas comunes y la comprensión de las expectativas y valores de cada participante (Construction Industry Institute, 1991).

Hay que tener en cuenta que Partnering no es una solución única que garantice éxitos, sino más bien una filosofía que debe adaptarse a la singularidad de cada situación a la que se aplica. La forma de adoptar esta filosofía depende de la amplia gama de aplicaciones, desde su aplicación a proyectos individuales hasta compromisos de plazos indefinidos, de los objetivos identificados y de los recursos disponibles (Thompson & Sanders, 1998).

Uno de los elementos clave de Partnering es que impone una cultura ganar-ganar, venciendo la forma tradicional de contratación, que intrínsecamente establece relaciones ganar-perder (Palacios et al., 2013). Para ello Partnering se plantea como una forma colaborativa de trabajo, con el objetivo de conseguir beneficios para todas las partes involucradas. Para lograr esta finalidad, el Partnering debe contener una serie de elementos básicos (Macho, 2013): a) la voluntad de las partes de mantener una actitud cooperativa en todo momento; b) la fijación de objetivos compartidos; c) la continua y permanente comunicación; d) el diseño de un sistema de resolución de conflictos; e) la constitución de este método al inicio de la relación contractual.

Entre las aportaciones del Partnering cabe destacar: la reducción del coste y tiempo en la ejecución del proyecto; una mayor calidad del mismo; mejor capacidad de respuesta a los cambios; una comunicación y forma de trabajar más positiva y eficaz; y una utilización más

efectiva de los recursos (Macho, 2013). Otro beneficio asociado es una mayor estabilidad en la carga de trabajo, lo que permite a las empresas invertir en la mejora de sus recursos (Bresnen & Marshall, 2000a).

Partnering en la construcción se ha considerado como una forma potencialmente importante de mejora en el sector, especialmente para hacer frente a la fragmentación y la falta de integración existente (Bresnen & Marshall, 1999).

Las relaciones de Partnering entre clientes y contratistas principales, permiten la participación de estos últimos en las primeras fases del diseño, lo que ayuda a reducir los problemas en la fase de construcción y a aplicar los conceptos de mejora continua, con resultados positivos en el coste y el plazo de ejecución (Construction Industry Institute, 1991).

Cuando una organización establece prácticas de Partnering el número de proveedores se reduce significativamente. Esto es consecuencia de la selección de proveedores que son capaces de cumplir con criterios de estabilidad a largo plazo, de calidad de servicio, de capacidad de suministro y de precio (Fulford & Standing, 2014).

A pesar de las ventajas, hay que ser conscientes de que el desarrollo y éxito de Partnering no es tarea fácil, depende de muchos aspectos cognitivos y sociales intangibles y difíciles de alcanzar, como son las actitudes, motivaciones, apertura y confianza (Bresnen M. , 2007).

En contra de la práctica del Partnering está que las pymes son la mayor parte del sector, y por lo tanto la asociación con algunas organizaciones puede poner en peligro las futuras oportunidades de contratación (Briscoe & Dainty, 2005; Tennant & Fernie, 2014).

6.3.2 Alliancing

Alliancing se diferencia de Partnering en que este último se desarrolla en paralelo a contratos estándar, sin establecerse relaciones contractuales nuevas, mientras que los acuerdos de Alliancing se reflejan formalmente en un contrato (Palacios et al., 2013; Macho, 2013). Es decir, Partnering se basa en una filosofía de cooperación con una relación contractual tradicional; sin embargo Alliancing relaciona los principios de Partnering como un requerimiento contractual, definiendo claramente la asignación de riesgo con incentivos para administrar el proceso.

En contratos de Alliancing cada participante negocia un porcentaje del riesgo y gastos generales que asume y la recompensa o beneficios que recibe. La diferencia de coste final del

proyecto, ya sean beneficios o pérdidas, es compartida entre las partes de acuerdo con las cláusulas del contrato. De esta forma, la pérdidas o ganancias se basan en los resultados del proyecto en lugar de en los resultados individuales de cada participante (Walker & Lloyd-Walker, 2013). Esto supone un incentivo a la hora de cooperar y gestionar los problemas que pueden surgir (Macho, 2013).

La Fig. 52 muestra de forma esquemática un comparativo de la relación entre cliente y contratista en la relación tradicional, la relación en Partnering y la relación en Alliancing.

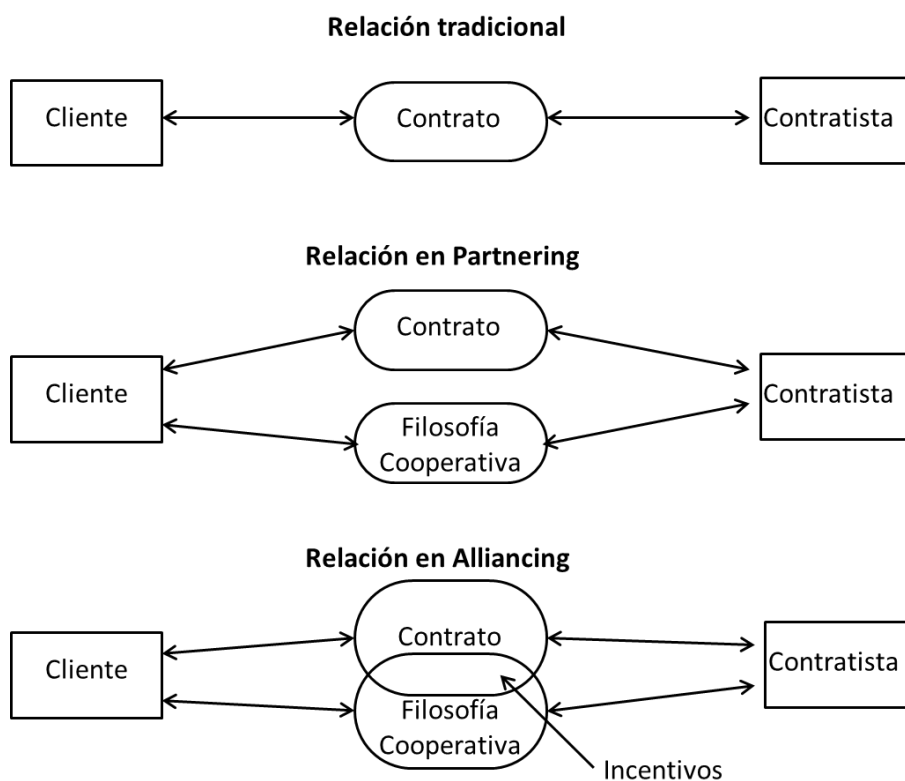


Fig. 52 Comparación de la relación Cliente/Contratista.

Fuente: Palacios J.,(2010).

De esta forma Alliancing se puede considerar una evolución o perfeccionamiento de Partnering (Palacios et al., 2013). La Fig. 53 muestra la evolución de la relación entre terceros.

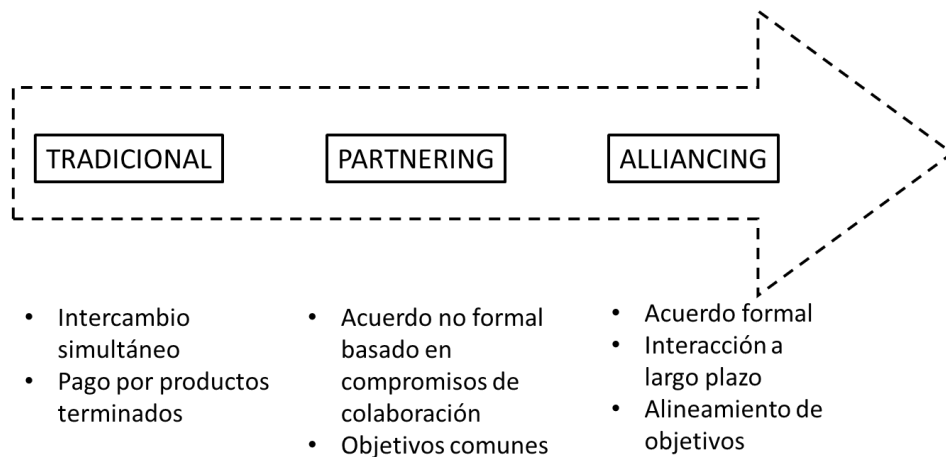


Fig. 53 Evolución de la relación con terceros.

Fuente: Palacios et al., (2013).

Alianzas estratégicas.

Alianzas estratégicas es el nivel más avanzado de desarrollo de asociación. Se produce entre dos o más organizaciones que combinan su experiencia y capacidad de innovar para conseguir resultados que en solitario no podrían conseguir (Palacios J. , 2010).

Alianzas por proyectos.

Las características de Alliancing lo hacen adecuado para proyectos más complejos, donde los riesgos y las incertidumbres son mayores; los tiempos de ejecución más ajustados; las exigencias de grandes cambios es más probable; el número de intervinientes es grande; y porque pueden confluir distintas sensibilidades de tipo social, medioambiental o político (Macho, 2013).

Australia y Nueva Zelanda son los países donde se han desarrollado con éxito muchos proyectos Alliancing, sin embargo en los últimos años ha habido una disminución cada vez mayor en el uso de este método para la adquisición de proyectos de infraestructuras por parte del sector público (She, 2013).

6.3.3 Integrated Project Delivery (IPD)

Integrated Project Delivery (IPD) surge en 2006, difundido por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

IPD es un criterio de gestión de proyectos que integra a las personas, sistemas, estructuras y prácticas comerciales en un proceso de colaboración aprovechando los talentos y puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el propietario, reducir los residuos y maximizar la eficiencia a través de todas las fases del diseño, la fabricación y la construcción (The American Institute of Architects, 2007).

La estructura contractual de IPD alinea los intereses de todos los contratistas con los objetivos del sistema de entrega Lean (Matthews & Howell, 2005). Se puede considerar que IPD es una evolución de LPDS que incorpora los diferentes niveles de colaboración y modelos de contrato entre múltiples partes (Pons, 2014).

Los principios de IPD se pueden aplicar a una variedad de acuerdos contractuales y los equipos de IPD pueden incluir miembros más allá de la triada básica que forman el promotor, el arquitecto y el constructor (The American Institute of Architects, 2007). La Fig. 54 muestra los actores que integran IPD.

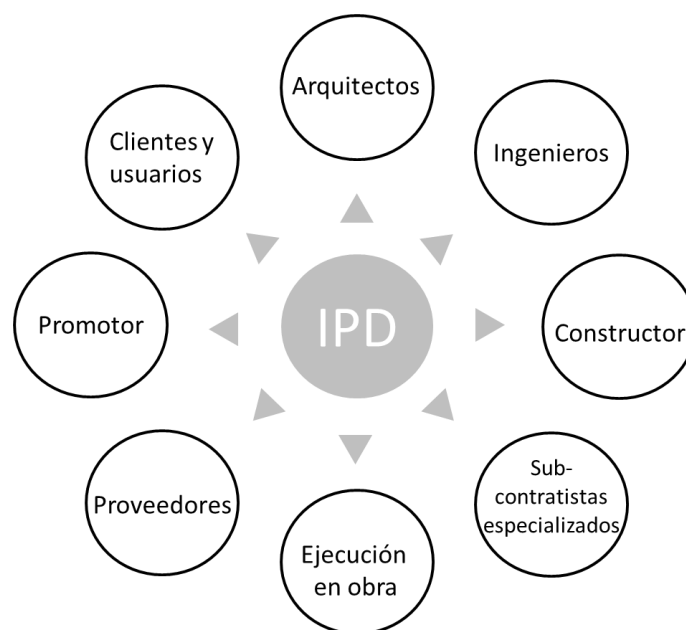


Fig. 54 Actores que integran IPD.

Fuente: Elaboración propia a partir de Pons (2014).

IPD se basa en la colaboración, que a su vez se basa en la confianza, que insta a las partes a centrarse en los resultados del proyecto en lugar de en sus metas individuales. Para obtener resultados satisfactorios las personas responsables deben cambiar, abandonar las relaciones adversas y antagónicas que plagan la industria de la construcción. Por ello, la consecución de

los beneficios IPD requiere que todos los participantes en el proyecto abracen los principios del IPD (The American Institute of Architects, 2007): a) el respeto mutuo y la confianza; b) beneficio mutuo y recompensa; c) la innovación y toma de decisiones colaborativa; d) la participación temprana de los actores clave; e) la definición temprana de los objetivos; f) mayor esfuerzo en la planificación; g) la comunicación abierta, directa y honesta; h) el uso de tecnología apropiada; i) organización y liderazgo.

Con IPD los riesgos se minimizan por la intensificación de la planificación temprana, en el que la colaboración basada en la revisión del modelo puede aportar grandes beneficios (Walker & Lloyd-Walker, 2013).

La Fig. 55 muestra como los participantes en el proyecto aparecen en las primeras fases de conceptualización y criterios de diseño, mucho antes de la fase de construcción en la que suelen aparecer tradicionalmente el contratista y los subcontratistas.

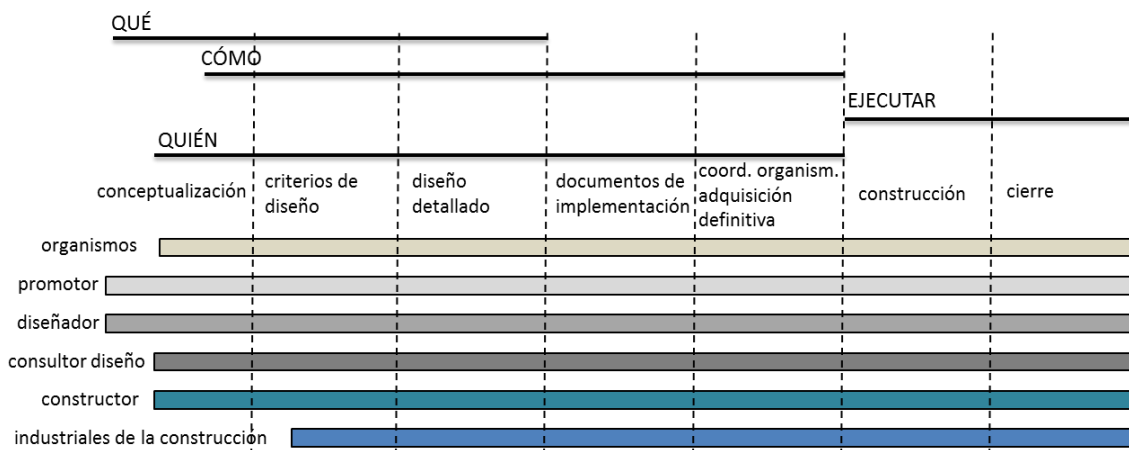


Fig. 55 Esquema del Integrated Project Delivery.
Fuente: The American Institute of Architects (2007)

Para apoyar el proceso IPD los participantes en el proyecto deben comprometerse a dar a conocer inmediatamente cualquier condición (interna o externa) que pueda poner en peligro su capacidad para realizar su parte del proyecto (Matthews & Howell, 2005).

El pacto entre los integrantes del proyecto expira con el cumplimiento final de los términos y condiciones del contrato principal y la distribución de los beneficios a los miembros una vez cumplidas las obligaciones de garantía (Matthews & Howell, 2005).

IPD es más colaborativo y estructurado que partnering, pero menos comprometido que alliancing en términos de compartir juntos pérdidas y ganancias (Walker & Lloyd-Walker, 2013). La Tabla 7 muestra las diferencias entre la entrega tradicional de proyectos y Integrated Project Delivery.

Entrega tradicional de proyectos.		Integrated Project Delivery
Fragmentado, montado para “justo lo demandado” o “lo mínimo necesario”, fuertemente jerarquizado, controlado.	equipos	Un equipo integrado compuesto por actores clave del proyecto, intervienen temprano en el proceso, abierto y colaborativo
Lineal, distinto, segregado; conocimiento adquirido "justo el demandado"; información acumulada; conocimiento y experiencia almacenada.	proceso	Concurrente y de múltiples niveles; contribuciones tempranas de conocimiento y experiencia; información se comparte libremente; confianza y respeto de las partes interesadas.
Gestionado individualmente, transferido en la medida de lo posible	riesgo	Gestionado de manera colectiva, compartido apropiadamente
Perseguida individualmente; el mínimo esfuerzo para el máximo rendimiento; (generalmente) basada en el coste.	compensación/ recompensa	El éxito del equipo ligado al éxito del proyecto; basado en el valor
En papel, en 2 dimensiones; analógica	comunicaciones/ tecnología	Base digital, virtual; Building Information Modeling (3, 4 y 5 dimensiones)
Estimulan esfuerzo unilateral; asignan y transfieren el riesgo; no compartidos.	acuerdos	Fomentan, promueven y apoyan el intercambio abierto multilateral y la colaboración; riesgo compartido

Tabla 7 Diferencias características entre la entrega tradicional de proyectos y Integrated Project Delivery. Fuente: The American Institute of Architects,(2007).

6.3.4 Gestión de la cadena de suministro (SCM).

¿En que se fundamenta⁶ la gestión de la cadena de suministro?

La integración de los procesos de negocio a través de la cadena de suministro es, en esencia, lo que se conoce como gestión de la cadena de suministro (Cooper et al., 1997).

Algunos autores sostienen que el concepto de SCM se refiere a la integración organizativa de los procesos, sistemas y actores (Bankvall et al., 2010).

La implementación de SCM necesita un cierto nivel de coordinación, con el objetivo en la integración de los procesos dentro de las organizaciones y en toda la cadena de suministro. Pero no todos los vínculos que se establecen en la cadena de suministro necesitan estar estrechamente coordinados e integrados. Los componentes críticos de una cadena de suministro son los que necesitan una gestión más cercana, para evitar problemas en la producción (Cooper et al., 1997).

La conclusión es que la gestión de la cadena de suministro se fundamenta en la integración de los procesos clave de negocio entre los integrantes de la cadena de suministro.

La integración, más allá de los límites de una empresa, es lo que ha dado lugar al concepto de gestión de la cadena de suministro (SCM) (Christopher, 1992).

En este punto hay que aclarar que el concepto de integración en la gestión de la cadena de suministro no es lo mismo que integración vertical. El concepto de integración vertical normalmente implica la propiedad de los proveedores de materias primas (Christopher, 1992).

Lo habitual, tanto en el sector construcción como en el resto de sectores, es que las organizaciones tengan sus propios objetivos y que a menudo estos sean contradictorios con los del resto de componentes de la cadena de suministro. La gestión de la cadena de suministro pretende terminar con estos conflictos, buscar el beneficio para toda la cadena, y a partir de ahí llegar a los beneficios de cada uno de los integrantes.

La gestión de la cadena de suministro implica un cambio de las relaciones tradicionales de competencia a las relaciones de confianza, desde el reconocimiento de que gestionada adecuadamente, el conjunto puede ser mayor que la suma de las partes (Christopher, 1992).

⁶ Fundamento: Raíz, principio y origen en que estriba y tiene su mayor fuerza algo no material. (Diccionario RAE, 2014)

Integración de la cadena de suministro significa que varias empresas entren en una colaboración muy estrecha, con un enfoque de planificación entre empresas (Ullrich, 2014).

La “cuasi-empresa” fue una idea introducida por Eccles, que promovía vínculos fuertes entre las empresas que participan en un proyecto de construcción, principalmente entre los contratistas principales y los subcontratistas (Eccles, 1981). La cuasi-empresa apunta hacia la noción de empresas que se comportan como “una empresa”, considerándose el precursor del concepto de integración.

El camino hacia la integración debe estar fundamentado en algunos factores básicos, como son: los objetivos comunes; las relaciones a largo plazo; la cultura del aprendizaje, el conocimiento y la comunicación; y un enfoque holístico.

Según Love P. et al., (2002) para mejorar el rendimiento, sobre todo en las relaciones entre organizaciones, éstas deben tener en cuenta la formación de alianzas con sus principales proveedores. Algunas empresas de construcción realizan alianzas a corto plazo con sus clientes y proveedores como parte de una estrategia de gestión de la cadena de suministro (Carbonell, 2011). Sin embargo este tipo de alianzas a corto plazo inhiben la retroalimentación, que a su vez apoya al aprendizaje y el desarrollo de confianza y cooperación mutua. Es necesario el desarrollo de alianzas a largo plazo, que permitan a las partes desarrollar el aprendizaje (Love P. et al., 2002).

Las perspectivas de una relación de trabajo a largo plazo, más allá de los proyectos individuales, fomentan la búsqueda de nuevas formas de realización de las tareas, promueve el aprendizaje y la innovación, y engendra la confianza y la estabilidad (Dubois & Gadde, 2002). De esta forma el know-how se transfiere entre empresas para el desarrollo de productos (Voordijk et al., 2000).

El concepto de integración de la cadena de suministro se ha descrito como una vía de desarrollo hacia niveles inferiores de fragmentación y mayores niveles de repetición de la cadena (Cagliano et al., 2006; Vrijhoef & De Ridder, 2007). Para la cadena de suministro de la construcción, esto llevaría a la creación de una producción más estable, por ejemplo, mediante el establecimiento de acuerdos de asociación multi-proyecto a largo plazo entre los clientes y las empresas, y la adopción de procesos que sustituyan a las estrategias de producción desintegradas y de una sola vez (Bresnen & Marshall, 2000b; Vrijhoef R. , 2011).

La anticipación de compartir riesgos y beneficios en toda la cadena de suministro afecta al compromiso a largo plazo de los miembros (Cooper et al., 1997).

Una visión holística de la interdependencia de todos los miembros de la cadena de suministro es un tema constante en la literatura, como importante precursor de la integración efectiva (Bankvall et al., 2010). La integración de la cadena de suministro da lugar a un entorno más estable de producción repetitiva, similar a lo que es común en la industria manufacturera. Su funcionamiento mejoraría si se conceptualizara como una sola entidad, una empresa extendida (Vrijhoef R. , 2011).

La gestión de la cadena de suministro se refiere tanto a la cadena de suministro interna como a la gestión de las relaciones externas. Por ello, el primer paso para la gestión de la cadena de suministro es la integración interna de la empresa, antes de expandir ésta integración a otras empresas. Pero el más importante es la integración de los sistemas de información (Cooper et al., 1997)

Objetivo.

El objetivo principal de la gestión de la cadena de suministro difiere según autores:

- El objetivo principal en el desarrollo de SCM es conseguir beneficios para el cliente (Akintoye et al., 2000).
- El objetivo de la gestión de la cadena de suministro es ser capaz de tener los productos adecuados en las cantidades adecuadas (en el lugar correcto) en el momento oportuno a un coste mínimo (Cutting-Decelle et al., 2007).
- El objetivo de SCM es reducir la cantidad total de recursos necesarios para proporcionar el nivel necesario de servicio al cliente para un segmento específico (Houlihan, 1985).
- El objetivo de la integración de la cadena de suministro es mejorar la coordinación y la comunicación, y la reducción de los costes de transacción (Vrijhoef R. , 2011).
- Objetivos identificados son: la sincronización de los requisitos del cliente con el flujo de materiales de proveedores, la reducción de la inversión en inventarios en la cadena, la ventaja competitiva para la cadena de suministro y la creación de valor (Cooper et al., 1997).

Según el informe “Building growth foundations for Australia's future”, realizado por la Australian Commonwealth en 1998, los beneficios esperados de la gestión de la cadena de

suministro son: tiempos de respuesta más rápidos; menos gasto; reducción de inventarios; aumento del rendimiento de la inversión; flujos de información más eficaces; menos coste; y mayor beneficio (London et al., 1998).

Además de los objetivos que se persiguen, un motivo para impulsar SCM es el reconocimiento de la suboptimización que se produce si cada organización intenta optimizar sus propios resultados, en lugar de integrar sus objetivos y actividades con otras organizaciones para optimizar los resultados de la cadena (Ellram & Cooper, 1990).

La integración de la cadena de suministro permite una gestión centralizada de las reservas para contingencias. Por ejemplo, a nivel de gestión del tiempo del proyecto, el método de la cadena crítica postula la acumulación de estas reservas al final del camino crítico con el fin de proteger al proyecto de posibles retrasos, lo que implica una gestión centralizada de las reservas de contingencias. Si no se produce una integración de la cadena de suministro esta gestión centralizada no es viable (Ortiz González, 2011). A nivel de gestión económica la existencia de múltiples capas producen la duplicidad de valoración de riesgo que representa una fuente de costes y residuos sin valor agregado (BIS, 2013b).

Gestión tradicional versus SCM.

En este punto pretendemos fijar las diferencias entre lo que se considera una gestión tradicional y la gestión de la cadena de suministro (SCM).

La forma tradicional de gestión se basa esencialmente en una visión de transformación en la producción, mientras que SCM se basa en una visión del flujo de la producción. La visión de transformación sugiere que cada etapa de la producción se controla de forma independiente, mientras que, la vista de flujo se centra en el control total del flujo de la producción (Koskela, 1992)

Hay que tener presente que la premisa para la adopción de prácticas de gestión de la cadena de suministro ha sido que una mejor gestión del flujo de materiales y del trabajo trae consigo una mayor productividad y una reducción de costes (Agapiou et al., 1998a)

La manera con la que las empresas se interrelacionan con sus proveedores y sus clientes pasa a ser un objetivo de la gestión, para ello aparece SCM. De esta forma las empresas dejan de competir entre ellas y pasan a colaborar entre ellas, se produce así una gestión colaborativa.

Así, la gestión de la cadena de suministro requiere que las empresas de construcción adquieran una perspectiva sistémica y de la red, evitando el tradicional enfoque de gestión diádica (Arantes et al., 2015).

La Tabla 8 nos sirve para establecer una comparación entre las características de la gestión tradicional y las características de la gestión de la cadena de suministro (SCM).

Elemento	Gestión tradicional	Gestión de la cadena de suministro (SCM)
Enfoque de la gestión del inventario.	Esfuerzos independientes	Reducción conjunta de inventarios.
Enfoque del coste total.	Minimizar los costes de la empresa.	Eficiencia de costes a nivel de cadena.
Horizonte temporal.	Corto plazo.	A largo plazo.
Intercambio de información y monitoreo.	Limitado a las necesidades de la transacción actual.	La requerida para los procesos de planificación y monitoreo.
Coordinación de los múltiples niveles de la cadena.	Contacto único para las transacciones entre dos empresas (relaciones diádicas)	Múltiples contactos entre los niveles en las empresas y la cadena.
Planificación conjunta	Basada en la transacción.	De forma continua.
Compatibilidad de las filosofías corporativas.	Irrelevante.	Compatibilidad al menos en las relaciones clave.
Amplitud de la base de proveedores.	Grande, para aumentar la competitividad y la dispersión de riesgos.	Pequeña, para aumentar la coordinación.
Liderazgo.	Innecesario.	Necesario para la coordinación.
Forma de compartir riesgos y recompensas.	Cada uno sus propios riesgos y beneficios.	Riesgos y beneficios compartidos a largo plazo.
Velocidad en las operaciones, de la información y de los niveles de inventario.	Orientado a almacén (almacenamiento y stock de seguridad) con interrupción de los flujos; respuesta entre empresas.	Orientado a centros de distribución (velocidad de inventario) con flujos interconectados; JIT, respuesta rápida de la cadena.

Tabla 8 Diferencias características entre las formas tradicionales de gestión de la cadena de suministro y SCM. Fuente: Cooper et al., 1993, citado en Cutting-Decelle, et al., 2007.

En la industria de la construcción, las relaciones duraderas entre contratistas y subcontratistas suponen una inversión mayor para los contratistas, y suelen generar un incremento de capacidad en los subcontratistas. Así, cuando una relación termina, el aumento de la capacidad del subcontratista le permite conseguir un negocio nuevo con otro contratista. Sin embargo, los contratistas deben pagar un coste adicional para establecer nuevas relaciones con otros subcontratistas. El coste relacionado con este fenómeno se conoce como “coste de transferencia”. Si el subcontratista reconoce que el coste de transferencia es mayor al coste de su bajo rendimiento, puede mantener este bajo rendimiento y aumentar sus beneficios sin preocuparse (Lee et al., 2009).

Por otro parte, para los grandes proveedores, el contratista solo constituye una pequeña parte de sus ingresos totales, por lo que es cuestionable que los proveedores estén interesados en hacer grandes esfuerzos para lograr la integración (Frödel et al., 2013).

En la práctica, la forma de trabajar no puede reducirse al uso de reglas y procedimientos, también tiene que ser una declaración de valores y actitudes como marco para la colaboración, ya que no todas las prácticas de trabajo o tareas pueden ser reducidas a una política o procedimiento. Esto supone la necesidad de desarrollar niveles de confianza y buena voluntad en la cadena de suministro (Fulford & Standing, 2014). En definitiva, las relaciones eficientes entre los contratistas y clientes, y entre contratistas y los proveedores o subcontratistas, son la piedra angular para la adopción de prácticas SCM en la construcción.

Una investigación realizada por Briscoe & Dainty (2005), basada en estudios de caso, apunta las prácticas y procesos claves, formales o informales, que hay que cuidar para poder alcanzar la gestión eficiente y la integración de la cadena de suministro de la construcción. Estas prácticas son:

- Gestión de la comunicación.
- Gestión de los flujos de información.
- Mecanismos para la resolución de problemas.
- Ingeniería como valor añadido en los proyectos.
- Alineamiento de los sistemas de la cadena de suministro.
- Aseguramiento de la calidad.
- Compromiso del cliente.
- Relaciones a largo plazo.

Hasta el momento, la aplicación de los conceptos de cadena de suministro en el sector de la construcción son relativamente recientes y se han aplicado en obras grandes y por empresas grandes (Cutting-Decelle et al., 2007). Algunos estudios actuales demuestran que la integración y la gestión de la cadena de suministro aumenta con el tamaño del contratista (Arantes et al., 2015). Su aplicación por empresas PYMES, tal vez, implique una mayor dificultad, pero su utilización parece posible. La falta de reconocimiento de la importancia de las PYME queda reflejado en la poca atención que se le presta en la literatura sobre asociación (Dainty et al., 2001a).

Obstáculos para la integración.

Obstáculos importantes para la integración de la cadena siguen existiendo por parte de los subcontratistas y proveedores, por la desconfianza general en las empresas pymes que componen la cadena de suministro de la construcción. En general no se cree en los beneficios mutuos existentes en las prácticas de integración (Dainty et al., 2001a). Latham (1994) ya destacó la confianza como un requisito previo para la mejora del rendimiento dentro del sector (Briscoe & Dainty, 2005).

Hay que tener en cuenta que, como ya se ha visto en el punto 5.3.3 de este trabajo, los proveedores están involucrados simultáneamente en varias cadenas de suministro diferentes, dentro de una compleja red.

La longitud de la cadena de relaciones en la industria de la construcción es un gran impedimento a la integración (Bankvall et al., 2010). La gran cantidad de factores que interaccionan para la consecución de las cadenas de suministro verdaderamente integradas, provoca que el objetivo de la integración sea muy problemático y difícil de lograr (Briscoe & Dainty, 2005).

Un inconveniente de las relaciones de integración se produce a veces por la dificultad de los contratistas para prevenir los comportamientos oportunistas de los subcontratistas (Lee et al., 2009). Otro inconveniente es que muchos clientes prefieren proveedores para sus proyectos que estén en su estándar corporativo, práctica muy habitual en la construcción comercial. Así se dificultan las relaciones de las empresas constructoras con sus proveedores preferidos.

La Tabla 9 muestra las barreras para la integración de los subcontratistas en la cadena de suministro y los cambios requeridos para eliminar estas barreras.

Cuestiones clave	Barreras para la integración de los subcontratistas en la cadena de suministro.	Cambios requeridos para eliminar las barreras
Financieras	Retrasos y errores en los pagos.	Pagos justos por parte de los contratistas.
	Proceso de licitación.	Los contratistas deben fijarse en el valor en lugar del precio.
	Retenciones.	Debe existir confianza entre las partes.
Programación	Tiempos programados poco realistas.	Las partes deberían de participar antes en los proyectos.
Contractuales	Los contratos tradicionales no generan buenas relaciones de trabajo.	Nuevos documentos contractuales o menor dependencia de los contratos.
Personal del contratista	Los jefes de obra no fomentan la integración del subcontratista.	Entrenamiento del personal en habilidades de comunicación.
	Jefes de obra demasiado exigentes con las pequeñas empresas.	Educar a los jefes de obra en las demandas a estas empresas.
Conocimiento e información	Las empresas no entienden a las otras organizaciones de la cadena de suministro.	Tiempo necesario para aprender de las organizaciones asociadas.
Partnering	Algunas relaciones de Partnering se realizan por razones equivocadas.	Todos los empleados deben conocer los beneficios de Partnering.
	Muchas relaciones de Partnering son de un solo lado.	Los contratistas tienen que ofrecer beneficios a los subcontratistas que entren en este tipo de relaciones.
	Algunos subcontratistas carecen de conocimientos de diseño, legislación, y coste necesarios para Partnering.	Formación a los subcontratistas que carecen de las habilidades.
Varios	Los contratistas no tratan bien a los subcontratistas.	Educar a los contratistas en las necesidades de negocio de las organizaciones más pequeñas.

Tabla 9 Barreras para la integración de los subcontratistas en la cadena de suministro de la construcción y sus posibles soluciones.

Fuente: Dainty et al., (2001a).

Un reciente estudio realizado para la construcción industrial sobre grandes empresas internacionales, reveló que estas empresas no consideran que las alianzas en multiproyectos con proveedores y subcontratistas funcionen adecuadamente, debido a que no existe ningún tipo de contrato para hacer que funcionen (Azambuja et al., 2014). Mayoritariamente, estas empresas prefieren, mantener relaciones sobre la base de un solo proyecto, manteniendo una serie de proveedores con los que normalmente persiguen la integración de procesos de trabajo. La contratación recae sobre un gerente de compras que selecciona la mejor alternativa dentro de un conjunto preseleccionado, considerando el coste más bajo como la principal motivación para la contratación. Este estudio no es directamente aplicable sobre la construcción de edificación, pero desvela algunas dificultades para la integración que pueden ser comunes.

Áreas de enfoque para la mejora de la gestión de la cadena de suministro en el sector construcción.

La aplicación de modelos SCM desarrollados para otros contextos industriales, presentan problemas para la utilización en la industria de la construcción (Bankvall et al., 2010). Mientras otros sectores industriales, como la fabricación de vehículos y la distribución al por menor, han hecho progresos significativos hacia cadenas de suministro integradas, para la cadena de suministro de la construcción resulta más difícil lograrlo (Briscoe & Dainty, 2005).

¿Hasta qué nivel se deben integrar los procesos y componentes de gestión entre empresas en la cadena de suministro? En cadenas de suministro de la industria manufacturera la integración puede ser grande, en la construcción estará más limitada debido a las características del producto que se realiza.

Tampoco hay que perder de vista que la organización descentralizada y basada en proyectos implica barreras a la integración (Frödell et al., 2013), y la construcción, como ya hemos visto, se caracteriza por ser fragmentada y basada en proyectos.

En la construcción la separación entre diseño y producción es una fuente importante de problemas, como ya se ha visto en puntos anteriores de este trabajo, por ello solamente la integración entre el proceso de diseño y el de producción ya ayudaría a cumplir parte de los objetivos.

La gestión de la cadena de suministro, buscando introducir mejoras, puede centrar su atención en: las actividades que se realizan en la obra, en el suministro, en la transferencia de actividades a etapas anteriores, o en todos ellos (Cutting-Decelle et al., 2007).

Enfoque en las actividades de la obra: el objetivo es reducir los costes y la duración de las actividades de la obra. Se buscará asegurar que los materiales y la mano de obra fluyan a la obra, evitando perturbaciones en el flujo de trabajo. Esto se logra centrándose en la relación entre la obra y los proveedores directos. La empresa constructora, cuyo interés principal está en las actividades de la obra, se encuentra en la mejor posición para adoptar este enfoque.

Enfoque en el suministro: el objetivo es reducir los costes, especialmente los relativos a la logística, el plazo de entrega o el inventario.

Enfoque en la transferencia de actividades a etapas anteriores de la cadena: el objetivo es evitar las peores condiciones que se producen en obra, trasladando actividades a las fábricas.

6.4 LA REINGENIERIA DE PROCESOS.

El término “reingeniería de procesos” o BPR (“Business Process Reengineering”) fue popularizado a principio de los 90 por Michael Hammer en varios artículos y posteriormente en su libro de 1993 “Manifiesto para la Revolución de los negocios”. Sus objetivos son la reducción de costes y la mejora de valor para el cliente (Green & May, 2003).

La reingeniería de procesos fue la “moda de gestión” más importante en Estados Unidos en la década de los 90, basándose en tres ideas fundamentales: el rediseño radical de los procesos clave; la introducción de tecnologías de la información como soporte de los nuevos procesos; y la implementación rápida e impuesta por la dirección del cambio (Albizu et al., 2004).

Para algunos autores reingeniería de la construcción es una etiqueta retórica que abarca una amplia gama de ideas de gestión como son: construcción prefabricada, construcción Lean, gestión de la cadena de suministro o la asociación (Green & May, 2003).

La reingeniería se apoya en métodos de modelado, entre los cuales está el mapeo de la cadena de valor (VSM), que es una de las metodologías utilizadas para el modelado y análisis de las cadenas de suministro. Esta técnica, creada en Toyota para eliminar residuos, fue

inicialmente utilizada dentro de los límites de una sola organización, pero con posterioridad se ha utilizado a mayor escala para abarcar la cadena de suministro.

La reingeniería de procesos en la cadena de suministros pretende recortar los plazos de entrega en la cadena. Para conseguirlo analiza los diferentes tiempos utilizados, la relación con los proveedores, el proceso de diseño, la estandarización de productos y procesos, los tamaños de lotes más adecuados, y la dedicación de los recursos.

Entre los diferentes tiempos utilizados para los plazos de entrega, el tiempo necesario para la toma de decisiones para emitir permisos o aprobaciones es uno de los que permite una mayor reducción (Arbulu et al., 2003).

La reingeniería es criticada por apoyarse en la privatización, la reducción de personal y la subcontratación (Green S. D., 2011).

6.5 LA INGENIERÍA CONCURRENTE.

La ingeniería concurrente (IC) surge por la necesidad de mejorar la comunicación entre los responsables del diseño de un producto y el resto de los participantes en el desarrollo y fabricación del mismo (Ahuett, 2006).

El término ingeniería concurrente se desarrolla a partir de 1980 como plataforma que engloba a todas las técnicas que se utilizan para desarrollar productos robustos, de alto valor en todas las etapas de su ciclo de vida (Ahuett, 2006).

En la industria manufacturera los problemas causados por el método secuencial de desarrollo de productos han sido abordados con el concepto de ingeniería concurrente, con soluciones que en cierta medida se pueden introducir en la construcción (Koskela, 1992).

Con la adopción de la ingeniería concurrente se pasa de una organización de carácter secuencial, típica en el desarrollo de proyectos de construcción, en la que cada participante actúa en un momento dentro de una secuencia temporal, a una intervención global y colectiva con un desarrollo paralelo de las tareas (Sanz et al., 2014).

Este sistema de gestión se basa en el principio de cooperación de todos los que tengan algo que ver con el proyecto, con lo que las contingencias se reducen al mínimo. Debe ser aplicado en todo el ciclo de vida del edificio. Es decir, su utilización debe abarcar desde la fase de diseño hasta el momento de entrega del producto terminado. De esta forma, el sistema evita errores,

que especialmente si se producen en la fase de diseño implican incremento de costes y pérdidas (Sanz et al., 2014).

La utilización de la ingeniería concurrente en los proyectos de edificación se aplica bajo la supervisión del Jefe de Proyecto o Project Manager que es el encargado de coordinar todos los especialistas de los diferentes departamentos (diseñador, constructor, etc.) para crear un entorno de trabajo en equipo multiorganizacional (Sanz et al., 2014).

El uso de ingeniería concurrente en las obras de construcción requiere de una variedad de facilitadores, herramientas de apoyo, entre ellos programas informáticos basados en el intercambio de la información. Building Information Modeling (BIM) es el método que mayor difusión está alcanzando para conseguir esta comunicación entre la arquitectura, la ingeniería, la construcción y la gestión, garantizando el intercambio rápido y constante de información actualizada entre los diferentes grupos de trabajo de la cadena de suministro que participan en el proyecto (Sanz et al., 2014).

Muchos estudios han demostrado que la aplicación de la ingeniería concurrente en la construcción de edificios ha conseguido una mejora de los resultados, sin embargo su utilización sigue limitada a empresas multinacionales, siendo muy poco utilizada por pymes (Sanz et al., 2014).

La ingeniería concurrente ha sido adoptada por la filosofía Lean y por Integrated Project Delivery.

6.6 LA MODULACIÓN, LA ESTANDARIZACIÓN Y LA PREFABRICACIÓN.

La industrialización (es decir, la modulación y la prefabricación) han sido durante mucho tiempo vistos como una forma de progreso (Koskela, 1992)

6.6.1 La modulación y la estandarización.

La modulación de los edificios es un concepto introducido en la industria de la construcción en la década de los 60. Esta modularidad puede ser aplicada de tres formas diferentes: en producción, en diseño y en uso (Vrijhoef R. , 2011).

La modularidad en producción permite que parte de los componentes que se usan para elaborar un producto sean estandarizados y producidos de forma independiente antes del montaje en el sistema final. La modularidad en el diseño permite que los módulos puedan ser

diseñados de forma independiente, y se mezclan y adaptan para crear un sistema completo. La modularidad en el uso permite que los propios usuarios puedan mezclar y combinar componentes para llegar a un conjunto que funcione (Wolters , 2002).

La estandarización de productos y procesos ayuda a reducir la variabilidad en la cadena de suministro (Arbulu et al., 2003) La existencia de estándares en la industria de la construcción simplifica el trabajo considerablemente. Sin embargo, estos estándares implican que sólo ciertas construcciones bien probadas están incluidas, lo que reduce las soluciones técnicas y los procedimientos de trabajo. Esto constituye una barrera a la innovación y la creación de nuevas soluciones (Dubois & Gadde, 2002). Por otra parte, demasiados productos estándar eliminan el propósito que se persigue con la estandarización (Arbulu et al., 2003).

6.6.2 La prefabricación

El objetivo de la prefabricación es la transferencia de las actividades fuera de las obras. El propósito es la mejora de la calidad, el aumento de la productividad y la protección de los recursos de producción (Vrijhoef R. , 2011).

Conviene tener en cuenta que la prefabricación puede ser de dos tipos:

- De componentes que se producen sin conocimiento previo del diseño o el tipo de edificio.
- De soluciones personalizadas para un proyecto concreto.

La adopción de la prefabricación supone que el proceso generalmente se haga más largo, el diseño tenga que ser más preciso, el ciclo de corrección de errores requiera más tiempo, y la precisión dimensional requerida tenga que ser mayor. Todo ello supone que la construcción industrializada sea más compleja y vulnerable a la variabilidad en comparación con la construcción tradicional (Koskela, 2000).

Hasta ahora, los intentos de introducir la producción de vivienda de forma industrializada han fracasado repetidamente, dando como resultado un continuo incremento del coste relativo de la vivienda en comparación a otros bienes y servicios (Winch, 1998).

6.7 LA MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO.

6.7.1 Benchmarking

Durante décadas las empresas han medido su rendimiento, controlando la productividad o el coste por actividad, estableciendo si los resultados eran los adecuados en función de puntos de referencia internos. Estos puntos de referencia eran los resultados conseguidos en épocas anteriores en la misma empresa. Si las nuevas mediciones mejoraban a las anteriores se consideraba que la evolución era adecuada. Esta forma de medir el rendimiento puede conducir a la creencia de que las cosas se están haciendo bien porque hay una mejora, cuando en realidad se está perdiendo poder competitivo ya que las empresas competidoras evolucionan mucho más rápidamente.

Benchmarking o evaluación comparativa, se define como la medición continua de productos, servicios, procesos y prácticas de la compañía en comparación con los estándares de sus mejores competidores y otras empresas que son reconocidas como líderes (Christopher, 1992). Esta técnica fue desarrollada por Xerox a principio de los años 80.

Con el fin de evaluar los progresos que una compañía realiza hacia el logro de mejoras en su cadena de suministro, la creación de un conjunto de puntos de referencia es una técnica apropiada (Briscoe et al., 2001).

Los indicadores clave de rendimiento que pueden ser utilizados por las empresas deben permitir comparar criterios como la satisfacción del cliente, la productividad, el coste, la seguridad, etc., contra el resto de la industria. Estos puntos de referencia se conocen como Key Performance Indicators (KPIs). El objetivo es impulsar los cambios en las empresas para mejorar las puntuaciones de referencia. Estos cambios necesarios, generalmente requieren nuevas habilidades, conocimientos y con frecuencia cambio de actitud (Briscoe et al., 2001).

Existen tres tipos de benchmarking:

- Benchmarking Interno: se comparan actividades similares dentro de la propia organización que se realizan en distintos departamentos, equipos de trabajo o sedes.
- Benchmarking Competitivo: se compara con empresas competidoras directas que venden a la misma base de clientes.
- Benchmarking Genérico: se compara con organizaciones con prácticas destacadas.

La práctica del benchmarking puede no ser siempre positiva. Si consideramos que el objetivo para una empresa debería ser posicionarse, tanto la empresa como sus productos o servicios, donde la oportunidad de mercado es más alta, es decir donde existe menos competencia, la implementación de las mejores prácticas de la competencia puede llevarnos a lograr justo lo contrario. Si la cadena de suministro adopta prácticas estándar, las oportunidades de diferenciarse de la competencia disminuyen (Cox et al., 2006; Tennant et al., 2014).

6.7.2 SCOR

Supply Chain Operations Reference Model (SCOR) es el modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro, desarrollado por Supply Chain Council (SCC) en 1996 y desarrollado en varias versiones posteriores, como la herramienta que permite representar, analizar y configurar la gestión de la cadena de suministro. Se trata de un modelo genérico que puede ser usado para empresas de diversos tipos y escalas.

SCOR es comúnmente utilizado por las empresas para la planificación estratégica de sus cadenas de suministro. El modelo integra conceptos como: benchmarking, que permite compararse con empresas similares y establecer objetivos basados en los resultados de las mejores empresas; reingeniería de procesos, reflejando el estado actual de los procesos y definiendo cómo deberán ser en el futuro; y la identificación de las mejores prácticas.

El marco de modelado SCOR se basa en cinco procesos clave de la cadena de suministro: planificación, aprovisionamiento, fabricación, distribución y devolución.

6.8 LA COMUNICACIÓN.

Para mejorar la comunicación y minimizar las barreras a los flujos de información, la forma adecuada de organización de los proyectos debe ser una estructura horizontal basada en un equipo multidisciplinar. Esto implica que para diseñar y desarrollar los productos, los participantes actúen de forma continuada en vez de secuencialmente (Love et al., 1998).

Algunos autores consideran la tecnología de la información como la clave facilitadora de la integración de la cadena de suministro (Fulford & Standing, 2014).

6.8.1 Tecnologías de la información (TI)

Los avances en tecnología de la información han aportado nuevas oportunidades para los gestores de la cadena de suministro para mejorar su control de la logística, habilitando

información que es compartida entre las partes, realineando las responsabilidades y tomando nuevas direcciones en el desarrollo estratégico (Scott-Morton, 1991). Sin embargo la industria de la construcción no ha aprovechado al máximo la evolución de las TI que se han aplicado a otras industrias (Fulford & Standing, 2014).

El intercambio electrónico de datos ha sido utilizado en el sector relacionado con las transacciones comerciales. Este uso se extiende desde la solicitud de ofertas, pasando por los pedidos hasta llegar a la factura (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).

La forma más simple y más utilizada para el intercambio de información por parte de las empresas que forman el sector construcción es el intercambio de archivos a través del correo electrónico. Ya en los últimos años, el uso de herramientas de colaboración que permiten el flujo de trabajo en línea se ha extendido. El uso de este tipo de herramientas electrónicas han puesto en evidencia los graves problemas de interoperabilidad que dificultan la comunicación. El propósito principal de la interoperabilidad es intercambiar información y obtener mayor facilidad para la coordinación. Para conseguirlo se tiene que cambiar la forma de organizar los negocios, cambiando procesos, la cultura y los valores, y la gestión de los temas contractuales (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).

La difusión de TI es crítica para las mejoras que se deben producir en el sector, y esta debe ser apoyada por el uso de estándares de datos (Bankvall et al., 2010). Un mayor énfasis en la utilización de sistemas de software adecuado, la estandarización de los contratos, y la colaboración pueden reducir algunos de los residuos y mejorar significativamente la productividad (Fulford & Standing, 2014).

El apoyo en las TI eficientes y adecuadas, junto a la confianza mutua entre los socios, son factores importantes que contribuyen al éxito de estrategias de asociación en las cadenas de suministro (Lönngren et al., 2010).

6.8.2 Building Information Modeling (BIM)

Los inicios de BIM se remontan al año 1975 en el que se publica “The use of computers instead of drawings in building design” (Eastman, 1975), artículo en el que se establece la utilización de un modelo 3D del edificio a partir del uso de ordenadores. Sobre este concepto se desarrolla un sistema de descripción de un edificio llamado Building Description System (BDS). Doce años después, en 1987, la empresa húngara Graphisoft, con su software Archicad, desarrolla el concepto de edificio virtual (Virtual Building) (Choclán et al., 2014).

En 1994 se funda International Alliance of Interoperability (IAI) en EE.UU., que se encarga de desarrollar el primer estándar de intercambio, el Industry Foundation Classes (IFC). La IAI en 2005 se convierte en Building Smart, cuyo objetivo actualmente es desarrollar Open BIM como un estándar BIM internacional, abierto y neutro (Choclán et al., 2014).

La aparición de BIM en proyectos reales comenzó después del año 2000 (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). General Services Administration (GSA), responsable de los proyectos de construcción para las agencias federales en EE.UU., requiere la utilización de BIM en los proyectos importantes que reciben financiación a partir de 2007. En Gran Bretaña, a partir de 2011, se realiza un plan nacional para la utilización de BIM en todos los proyectos públicos. Singapur, Noruega, Finlandia, Dinamarca, Países Bajos, Hong Kong y Corea del Sur también está impulsando su utilización en sus proyectos públicos (Martin et al., 2014).

Sin embargo su utilización generalizada ha tardado bastante en extenderse (Gu & London, 2010), siendo EEUU el país con tasas de penetración más altas (Bryde et al., 2013) llegando al 71% en 2012. En Europa los países que actualmente cuentan con estándares BIM son Inglaterra, Noruega, Finlandia, Dinamarca y Países Bajos, mientras que Alemania, Francia y España cuentan con comisiones para la elaboración de estrategias de adopción BIM.

En España en 2015 el Ministerio de Fomento creó la comisión para la implantación de la metodología BIM, cuya misión es establecer la estrategia para alcanzar un determinado nivel de madurez, que se irá incrementando de forma progresiva evitando grandes cambios que puedan ser un trauma para el sector, y en cuya hoja de ruta está el uso obligatorio de BIM en licitaciones públicas de edificación e infraestructuras (es.BIM, 2016).

BIM es definido como la tecnología de modelado y los procesos asociados para producir, comunicar y analizar los modelos de construcción (Eastman et al., 2008).

BIM supone un cambio en el tipo de documentación base utilizada en el diseño, de forma que se generan nuevas representaciones en las que se aporta una completa información sobre los objetos representados, legibles por máquinas para la automatización (Arayici et al., 2011). Con BIM se construye digitalmente un modelo virtual del edificio, lo que implica la posibilidad de practicar la construcción, de experimentar, resolviendo conflictos entre elementos constructivos y efectuando ajustes en el proyecto antes de que éste entre en fase de ejecución (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Este modelo virtual del edificio puede utilizarse para las fases de planificación, diseño, construcción y mantenimiento del edificio (Martin et al., 2014).

BIM supone una evolución de los diseños basados en planos tradicionales, que solamente aportan información en 2D, ya que esta metodología aporta información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D) (Martin et al., 2014).

La práctica arquitectónica tradicional en las últimas décadas con herramientas CAD 2D trae algunas ineficiencias, entre ellas la fiabilidad de datos, los errores por contradicción entre documentos, la deficiente comunicación o la falta de continuidad en la cadena de suministro (Arayici et al., 2011). La utilización de BIM, en un entorno de colaboración entre arquitectos, ingenieros, fabricantes y contratistas, supone mejoras en todos estos puntos, y en la productividad del proyecto (Taylor & Bernstein, 2009).

Con la adopción de BIM se introducen mejoras en la industria de la construcción que le permitirán enfrentarse a obstáculos y desafíos para aumentar la productividad, la eficiencia, la calidad y el desarrollo sostenible (Arayici et al., 2011).

Investigaciones realizadas demuestran que las ventajas de utilización de BIM se producen en las empresas con el aumento de la experiencia. Así, se considera que en los primeros proyectos introduce mejoras en la visualización del proyecto, mientras que en posteriores proyectos destaca su utilidad en la coordinación de los trabajos. El análisis del impacto de cambios es considerado como el siguiente paso, hasta llegar a la integración de la cadena de suministro que supone la reducción de rediseño o la utilización de forma directa de los datos aportados por el modelo BIM en la fabricación de componentes (Taylor & Bernstein, 2009).

Los modelos creados en BIM contienen la información cuantitativa en los objetos utilizados, puede estimar las cantidades utilizadas y, estando relacionada con una base de datos de precios, puede estimar el coste del proyecto (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). En los últimos años se han desarrollado herramientas BIM que permiten integrar y mejorar la programación de actividades, la estimación de costes, la viabilidad de la construcción del edificio, la identificación de conflictos espacio-temporales de la producción y la visualización del proceso de construcción (Taylor & Bernstein, 2009).

Algunos usuarios consideran las herramientas BIM como herramientas de diseño, mientras que otros las consideran como herramientas para la información de producción (Arayici et al., 2011). De hecho, una de sus mayores ventajas es la posibilidad de ser utilizado por toda la cadena de suministro. Los proveedores de materiales pueden crear sus componentes de forma virtual en 3D, introduciendo toda la información paramétrica del producto, que queda

incrustada en el proyecto cuando son introducidas en el modelo. Los subcontratistas especializados pueden realizar diferentes modelos que pueden recogerse dentro de un modelo compuesto, que muestra el total del proyecto y permite la coordinación (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). De esta forma, conseguir un uso que maximice los resultados dependerá de un entorno de trabajo colaborativo, multidisciplinar, en la cadena de suministro (Gu & London, 2010).

Las soluciones de TI tradicionales no propician el trabajo colaborativo. Compartir archivos de gran tamaño, detrás de cortafuegos, mediante correo electrónico, y utilizando software diferentes supone importantes retos para la colaboración y pérdidas de información en el paso de una fase a otra del ciclo de vida del proyecto. Como solución a estos problemas, el proceso de trabajo en BIM supone una incorporación constante de información al modelo, frente a la rotura y pérdida de información que se produce en el proceso tradicional (Choclán et al., 2014). De hecho el uso de BIM como un repositorio central de información para el proyecto de construcción puede revolucionar la forma de gestión de información para un proyecto durante todo su ciclo de vida (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).

Como una herramienta para la dirección de proyectos, adoptado desde una perspectiva holística, BIM tiene un uso potencial para los jefes de proyecto en la mejora de la colaboración entre las partes interesadas, reduciendo el tiempo necesario para la documentación del proyecto y, por lo tanto, produciendo resultados beneficiosos para el proyecto (Bryde et al., 2013).

En la fase de construcción, el modelo BIM se convierte en una herramienta de comunicación y colaboración entre los miembros del equipo de proyecto, ya que permite la interacción, ayuda a la comprensión colectiva de los requisitos del proyecto y de las limitaciones (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Estudios realizados demuestran que los efectos sobre la comunicación son positivos en todos los proyectos en los que se utilizó (Bryde et al., 2013).

En resumen, BIM tiene un uso potencial en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto y aporta ventajas para el trabajo colaborativo de todos los integrantes de una cadena de suministro.

A pesar de todo lo expuesto, la utilización de BIM no aparece entre las prioridades de los integrantes de la cadena de suministro (BIS, 2013b). La adopción de BIM por toda la cadena de

suministro, especialmente para las pymes, requiere un mayor desarrollo de la capacidad de todos ellos (es.BIM, 2016).

Las barreras identificadas para la adopción de BIM en la industria de la construcción son: la falta de sensibilización y formación; la naturaleza fragmentada de la industria; la resistencia al cambio y la duda a aprender nuevos conceptos y tecnologías; y la falta de claridad sobre los roles, responsabilidades y distribución de beneficios (Gu & London, 2010).

La implementación de las herramientas de software BIM choca con la falta de interoperabilidad entre modelos, producto de la falta del desarrollo de estándares (Gu & London, 2010). Es necesario que todos los miembros de la cadena de suministro utilicen herramientas cuya información pueda ser transferida correctamente. Hasta el momento, las herramientas creadas por un mismo proveedor de software sí que son interoperables entre ellas, pero no cuando tienen que relacionarse con aplicaciones de otros proveedores (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).

Esta falta de interoperabilidad entre software provoca considerables pérdidas, ocasionadas por la necesidad de reentrada manual de datos y la dependencia de la gestión de información en papel (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Estos problemas entre paquetes BIM suponen un efecto negativo para la colaboración entre las diferentes organizaciones (Bryde et al., 2013). Por lo tanto, si no se mejora la interoperabilidad, la utilización de BIM puede quedarse en la fase de diseño de muchos proyectos, sin llegar a utilizarse por toda la cadena de suministro, con lo que gran parte de las aportaciones se pierden.

En España uno de los objetivos de la comisión para la implantación de la metodología BIM, creada en 2015, es fomentar la aplicación de Open BIM, basado en estándares abiertos y universales, interoperables entre sí (es.BIM, 2016).

Otro inconveniente para extender el uso de BIM a toda la cadena de suministro son los excesivos costes iniciales del software, especialmente para las empresas más pequeñas. Estos costes tienen que ser compensados, a largo plazo, por el aumento de la productividad y el acceso al trabajo en nuevos proyectos que se desarrollan en este entorno. La inversión se producirá en la medida en que el retorno de la inversión sea adecuado (Bryde et al., 2013).

6.9 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.

Las actividades que se realizan en las obras de construcción generan una gran cantidad de ideas en tareas que plantean problemas creativos. Sin embargo, el patrón de los acoplamientos que se producen en la industria obstaculiza su difusión (Dubois & Gadde, 2002). Los cambios continuos en los actores tienen implicaciones para el aprendizaje, puesto que dificultan la puesta en práctica de la experiencia adquirida en anteriores proyectos, creando curvas de aprendizaje nuevas cada vez (Cox & Thompson, 1997). Un entorno en el cual las empresas tengan un nivel elevado de confianza y colaboración será favorecedor para la creación y distribución de conocimiento (Capó-Vicedo et al., 2007)

Como ya se ha visto, las asociaciones o alianzas son una de las formas más comunes de buscar el beneficio en la gestión de la cadena de suministro. Las alianzas a corto plazo con clientes y proveedores, como parte de una estrategia de gestión de la cadena de suministro, inhiben la retroalimentación que apoya el aprendizaje y el desarrollo de confianza y cooperación mutua. Por el contrario, las alianzas a largo plazo sí permiten y facilitan a las partes la puesta en común de los conocimientos. Sin un entorno de aprendizaje que fomente la transferencia efectiva y precisa de información, los beneficios que se obtienen de la alianza formada son mínimos (Love P. et al., 2002).

Con el fin de que el conocimiento fluya libremente, las empresas constituyentes de la cadena de suministro deben configurar una red dinámica, en la cual se eliminen las barreras al aprendizaje (Capó-Vicedo et al., 2007). Todos los socios de la alianza deben ser capaces de recibir y difundir información a través de los límites de la cadena de suministro y del entorno externo. Fundamental para el aprendizaje organizacional es cómo el conocimiento generado se transmite (Love P. et al., 2002).

El diálogo entre los miembros de la cadena de suministro es la forma de transmitir el conocimiento. Por ello se requiere de la organización de talleres o de reuniones como lugares para recibir y transmitir conocimientos, para experimentar la cultura de aprendizaje. Las tecnologías de la información como internet también ayudan a recibir y transmitir información en un entorno virtual (Love P. et al., 2002).

Los errores y problemas deben ser vistos como oportunidades para aprender. Para ello la dirección de las empresas debe permitir que los empleados dispongan de tiempo para

reflexionar y revisar sus acciones. Este proceso se puede aplicar de forma exitosa a los problemas experimentados por los socios en alianzas (Love P. et al., 2002)

La obsolescencia en las habilidades de los empleados es un obstáculo para el desarrollo de las organizaciones y de las cadenas de suministro. Por ello la transmisión del conocimiento y la formación del personal, junto con el compromiso personal, son esenciales para hacer frente a los problemas con los que se encuentran las organizaciones y sus cadenas de suministro (Cheng et al., 2001).

7 LA NECESIDAD DE INTEGRAR LA CADENA DE SUMINISTRO.

7.1 LAS EMPRESAS INTEGRADORAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

La mejora de la coordinación dentro y entre las distintas partes de una cadena de suministro es el principal objetivo de la integración. Para que esta coordinación se produzca es necesario configurar la cadena de suministro de una forma más uniforme y con un control más centralizado, con el fin de sincronizar las actividades (Vrijhoef & De Ridder, 2005).

La Fig. 56 muestra un esquema con los actores que encontraremos en el sistema de demanda y los del sistema de la oferta. En el centro de ambos se sitúa la figura del facilitador de la construcción.

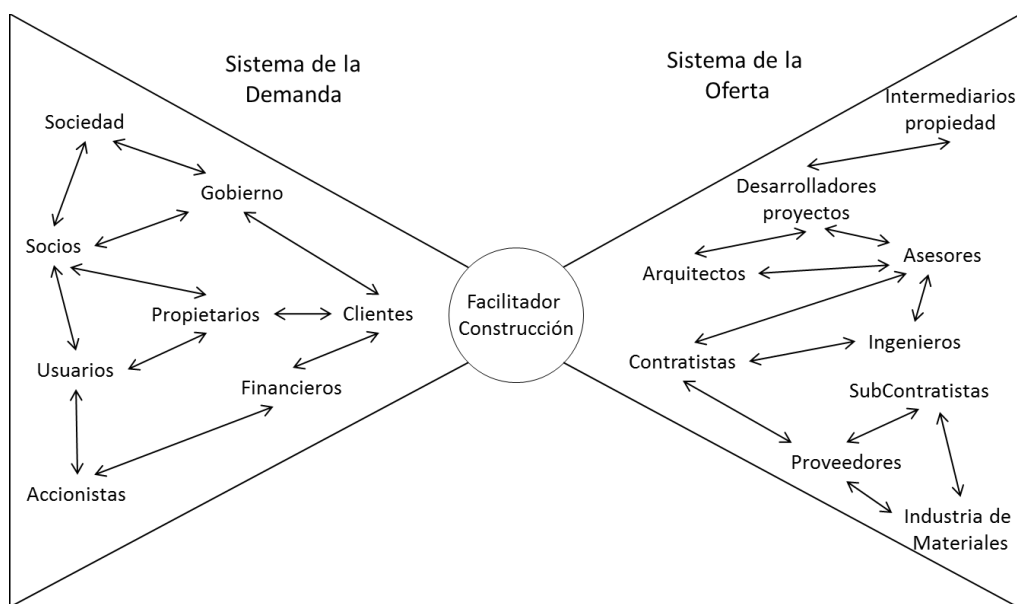


Fig. 56 Sistemas de demanda y oferta en la cadena de suministro de la construcción.

Fuente: Vrijhoef & De Ridder (2005).

Para la teoría de la gestión de la cadena de suministro la noción de ejercer el control de una secuencia identificada de actividades es fundamental. Este control es usualmente realizado por la organización que efectúa la última transformación significativa del producto antes de que llegue al consumidor (Lamming, 1996).

¿Quién es el que realiza esta transformación significativa del producto antes de su llegada al consumidor?, ¿El promotor o el contratista?

En los casos de fabricación, la empresa focal suele ser el fabricante, es decir la empresa que realiza el montaje y la entrega del producto final para el cliente usuario. En el caso de la construcción, la empresa focal puede ser alguna de los diferentes tipos de empresa de la cadena de suministro, dependiendo de quien tome la iniciativa para su integración, generalmente la organización del cliente o el contratista principal, pero también podría ser un desarrollador de proyecto o un arquitecto (Vrijhoef R. , 2011).

En el caso de que la integración sea de toda la cadena de suministro, la organización del cliente ha sido considerada como la más adecuada como empresa focal (London & Kenley, 1999; Briscoe et al., 2004).

Es importante destacar que la estabilidad o continuidad en la demanda y el volumen de trabajo repetitivo son dos condiciones necesarias para que se dé la integración (Vrijhoef & De Ridder, 2007), por lo tanto la empresa que se considere como integradora debe ser capaz de facilitar estas dos condiciones. Además, no hay que olvidar que los problemas de fluctuaciones del mercado y la dispersión geográfica de las obras suponen desafíos importantes para la integración de las cadenas de suministro (Frödel et al., 2013).

Los clientes que tienen mayor poder adquisitivo, con patrones de demanda más estables, son más capaces de influir en sus cadenas de suministro si entienden las características que subyacen (Cox & Townsend, 1998).

La organización del cliente, como foco al que se dirige la cadena de suministro parece ser, a priori, la indicada para ser la integradora de la cadena. Si observamos los posibles métodos de entrega de los proyectos, la empresa que siempre está por encima de todas es la del cliente. Sin embargo, examinando las dos formas principales de inicio de la producción esta posición de privilegio del cliente para liderar la cadena de suministro ya no es tan evidente.

En la autopromoción el cliente encabeza una cadena de suministro, pero probablemente no lo vuelva a repetir más, ya que el objeto es una edificación para uso propio y es complicado que realice otra en algunos años, o incluso probable que no realice ninguna otra.

En el caso de la construcción inmobiliaria especulativa, donde el que se pone en cabeza de la cadena de suministro es una organización que se dedica a la promoción de edificios, solamente se da la condición de continuidad y volumen, necesario para convertirse en el integrador, cuando la empresa promotora cuenta con el poder económico suficiente para mantenerlos. Esta condición se da solamente en las grandes promotoras inmobiliarias, es decir, en pocas

casos, y para la mayoría de estas empresas el negocio de la construcción es más financiero que de gestión.

Estos clientes con “poder de compra” crean entornos de múltiples proyectos y gestionan su adquisición a través de un enfoque de cartera, dirigido al aumento de la repetición y la creación de similitudes entre múltiples proyectos, aumentando así la estabilidad de la cadena de suministro (Blismas et al., 2004).

En el caso de las PYMES, es más probable que una empresa contratista sea capaz de alcanzar la continuidad y el volumen de trabajo necesario, trabajando para un grupo de clientes habituales, promotores, y para clientes esporádicos que realicen autopromociones. Esta empresa constructora debería ser capaz de dar un volumen de trabajo imprescindible para mantener la necesaria estabilidad a una cadena de suministro, de la cual sería el foco integrador.

Para Dainty et al., una cadena de suministro de construcción típica tiene al contratista principal en el centro. Por lo tanto es éste quien debe tener la responsabilidad de facilitar las relaciones en la cadena de suministro (Dainty et al., 2001b).

Además, como ya hemos visto en el apartado 5.4, hay un punto de la cadena de suministro donde los productos pasan de ser empujados a demandados. A menudo la entidad que se encuentra en el límite es el contratista principal. De esta forma esta organización tiene la oportunidad de gestionar tanto la oferta como la demanda (Hilletofth, 2011)

El factor de repetición entre los proyectos, segunda condición para que se produzca la integración, se incrementa si las empresas que forman la cadena de suministro buscan un nicho de mercado en el que son capaces de desarrollar conceptos predefinidos. Estos conceptos ya sean de productos completos o de componentes integrados, es con lo que obtienen una ventaja competitiva sobre los competidores que operan de forma tradicional (Vrijhoef & De Ridder, 2005).

Debemos recordar que la integración plena de toda la cadena de suministro no es necesaria, solamente deben considerarse los componentes críticos. De hecho, en la construcción es simplemente imposible integrar plenamente el suministro de toda la cadena, debido al carácter temporal y desintegrado de las cadenas de suministro de la construcción (Vrijhoef & De Ridder, 2007). En todo caso, un líder fuerte impulsará la dirección de la cadena (Cooper et al., 1997), aunque no sea capaz de integrarla plenamente en su totalidad.

7.2 ¿LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS PODRÍAN SER LAS INTEGRADORAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO?

En la construcción resulta difícil que los sistemas de oferta y demanda estén integrados. Parece lógico que así sea, ya que la integración del sistema sería bastante compleja y costosa, en una industria que se organiza principalmente a través de proyectos debido al sistema de producción de una sola vez. Algunos autores como Vrijhoef proponen que la integración se realice tanto desde la demanda como desde la oferta. Esto requiere de dos figuras que actúen como integradores. La organización del cliente (promotor), o también un estudio de arquitectura o ingeniería, podría ser el integrador de la demanda; el contratista principal (constructora) podría adoptar el papel de integrador de la oferta (Vrijhoef & De Ridder, 2005), este concepto se representa en la Fig. 57.

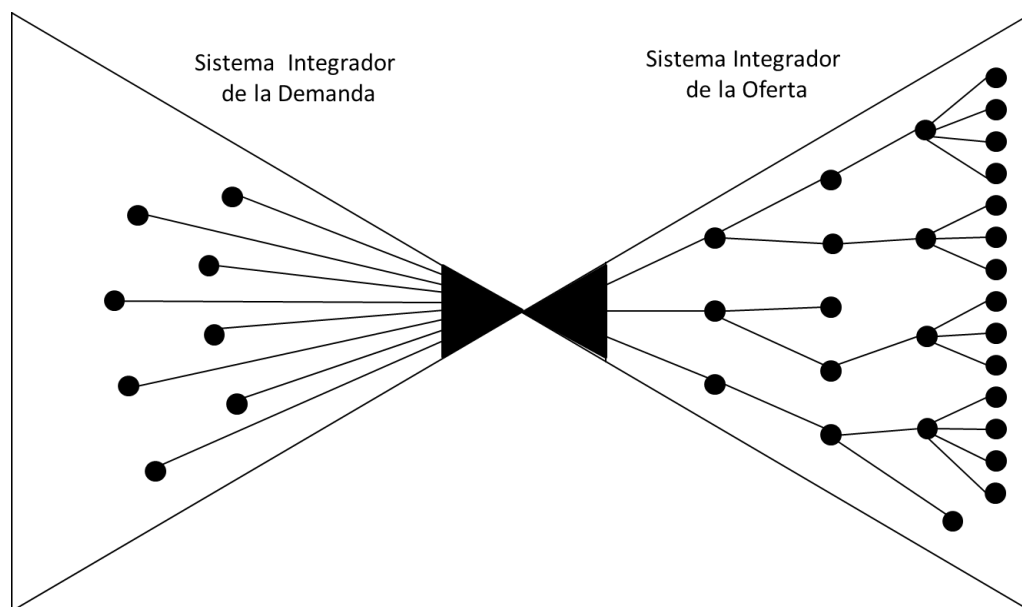


Fig. 57 Integradores de la demanda y la oferta en la cadena de suministro.

Fuente: Vrijhoef & De Ridder (2005).

Otros autores consideran que la construcción cuenta con dos sistemas integradores separados, uno para el diseño y otro para la construcción (Winch, 1998), pero esta forma de verlo deja fuera a la parte de los clientes, además de contribuir a la separación entre diseño y construcción que, como se ha visto, genera parte de los problemas de las cadenas de suministro.

Hay que tener en cuenta que la cadena de demanda solamente se da en los casos en los que el cliente es el representante de muchos clientes, usuarios, grupos de interés, etc. En este caso, el cliente se puede convertir en el integrador de la cadena de demanda (Vrijhoef & De Ridder, 2005). Pero, ¿en cuántas ocasiones esta cadena de demanda es repetitiva? La falta de continuidad de las relaciones dificulta la obtención de las ventajas de la colaboración a largo plazo y de la transferencia de experiencias y conocimientos a través de proyectos (Bresnen & Marshall, 2000b).

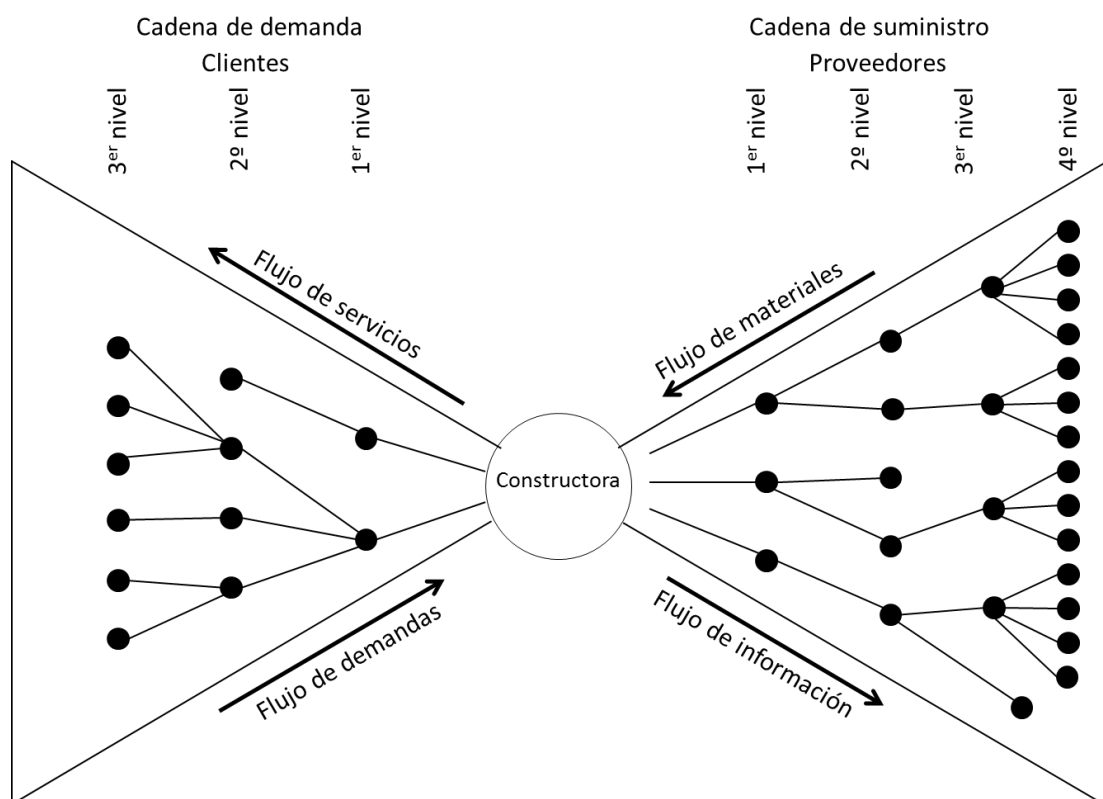


Fig. 58 La empresa constructora como integradora de la cadena de suministro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Segerstedt & Olofsson (2010) y Vrijhoef & De Ridder (2005)

Para lograr mejoras en costos y calidad de los productos, con tiempos de entrega adecuados, las empresas tienen que integrar varias áreas de actividad, realizando así lo que se conoce como una integración interna. Este es un primer paso hacia la integración más allá de los límites de la empresa, integración externa, que da lugar al concepto de SCM (Christopher, 1992).

Dentro de la organización de un contratista, la función de gestión normalmente está desconectada de la función de producción en la obra. De esta forma se tienen prácticamente dos organizaciones separadas: una para la función de gestión y una para conseguir ejecutar el

trabajo. Las dos organizaciones no coordinan su trabajo, y se caracterizan por diferentes objetivos y puntos de vista (Applebaum, 1982).

La Fig. 59 nos muestra como puede ser el organigrama de una empresa constructora de mediano y pequeño tamaño en sus departamentos técnicos. Dependiendo del tamaño de la empresa algunos de estos cargos puede que no existan y que sus funciones sean realizadas por otros.

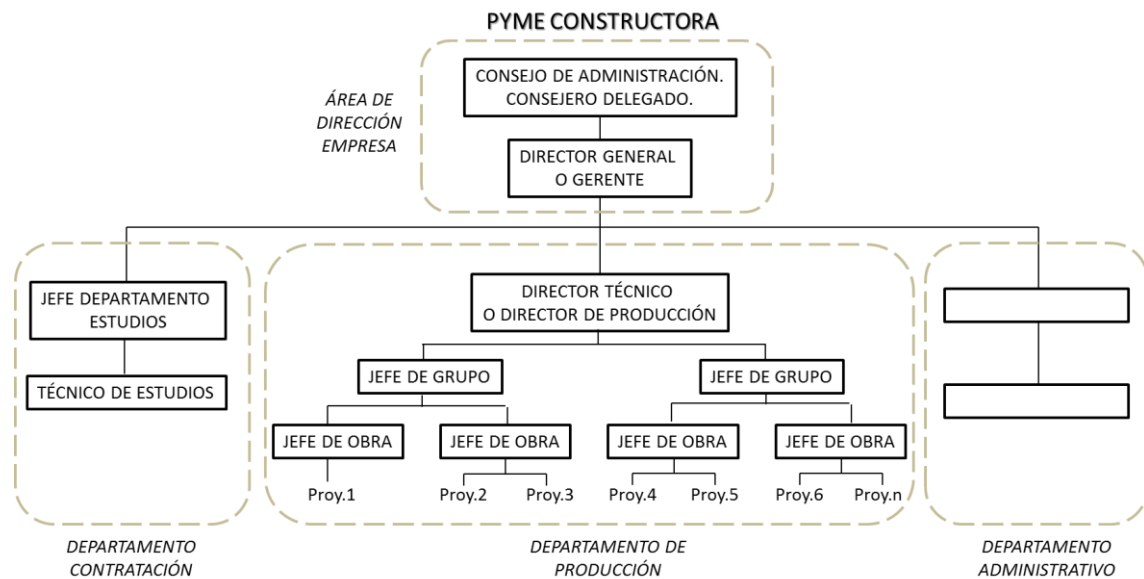


Fig. 59 Organigrama de una pyme constructora.

Fuente: Elaboración propia.

Si examinamos los diferentes métodos de entrega del proyecto, ver apartado 5.5, el denominado Diseño-construcción (Design-Build) es el que más favorece que la empresa contratista se convierta en la integradora de la oferta, ver Fig. 60 y Fig. 61

Otro método de entrega del proyecto que favorece a la empresa contratista como integradora de la oferta es el de Gestión de Riesgo de la construcción en el que el contratista se hace cargo del proyecto de ejecución, ver Fig. 62 y Fig. 63.

Ambos métodos de entrega fomentan la participación de la cadena de suministro desde las primeras etapas del proyecto.

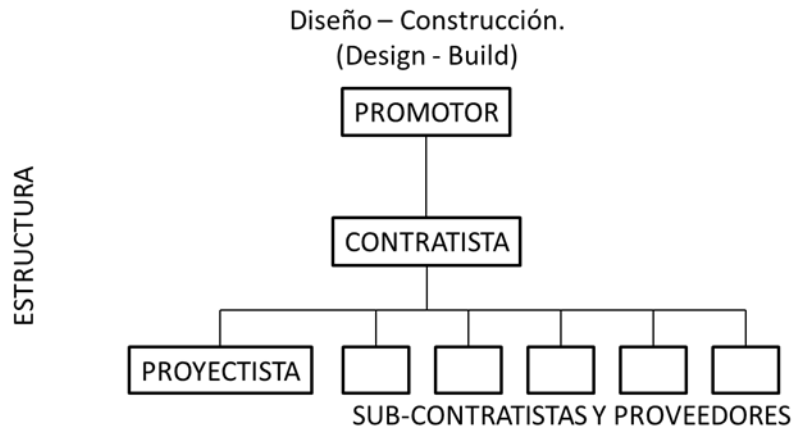


Fig. 60 Estructura del método de entrega de proyectos Diseño-Construcción.

Fuente: Elaboración propia.

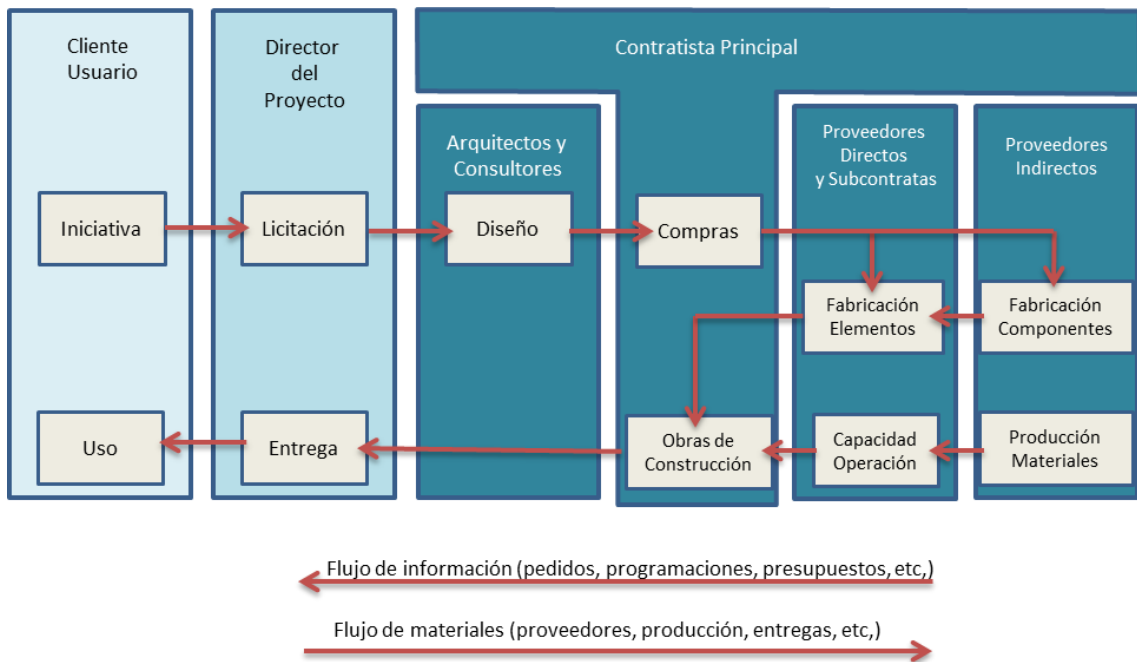


Fig. 61 Configuración de una cadena de suministro para el método de entrega de proyectos Diseño-construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de Vrijhoef & Koskela (2000).

Gestión en Riesgo de la Construcción.

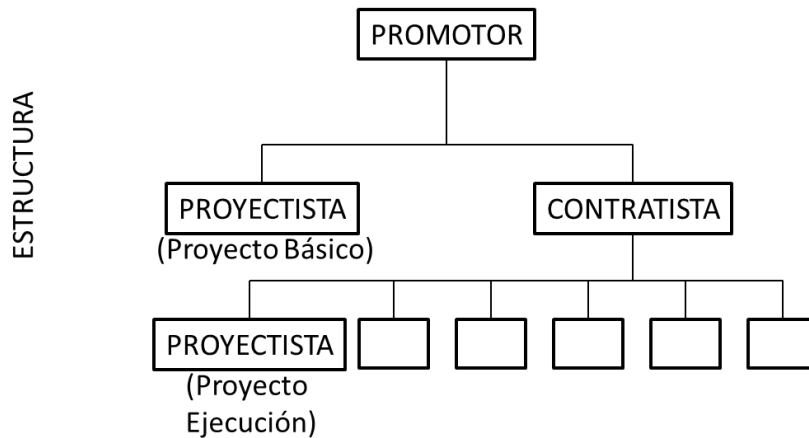


Fig. 62 Estructura del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción.

Fuente: Elaboración propia.

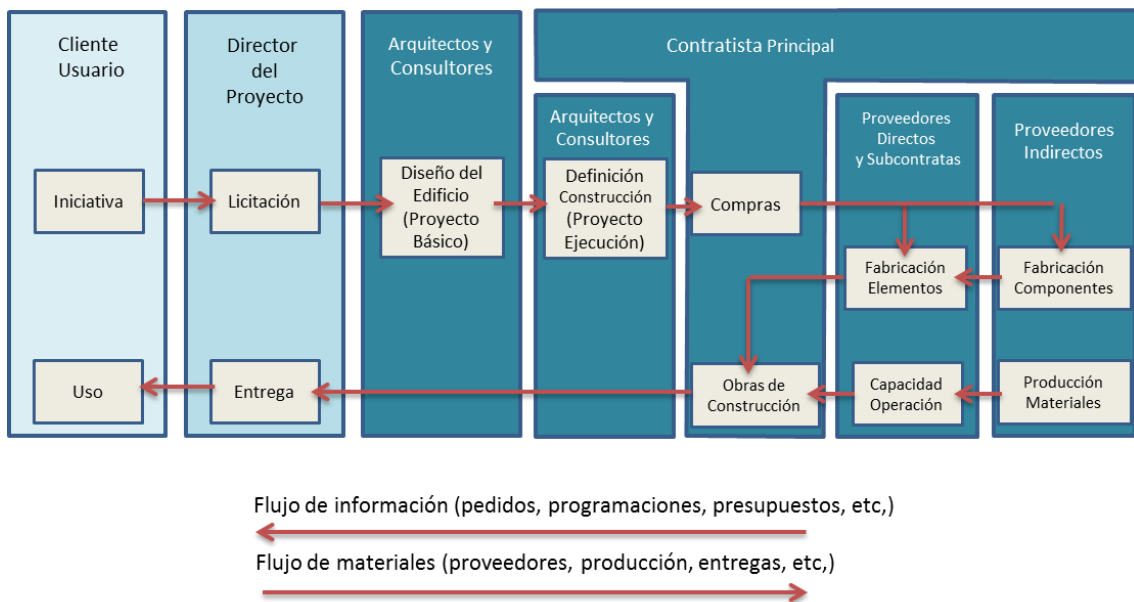


Fig. 63 Configuración de una cadena de suministro para el método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción.

Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de Vrijhoef & Koskela (2000)

Históricamente las relaciones entre cliente y contratista han sido más propensas a la creación de vínculos de asociación que las relaciones del contratista con toda la red de proveedores. Uno de los motivos es los conflictos que se producen entre organizaciones

debido al reparto de la responsabilidad contractual de los problemas que se crean en los proyectos (Dainty et al., 2001a).

Los enfoques multi-proyecto han sido asociados con mayores niveles de integración de la cadena de suministro, y viceversa (Vrijhoef & De Ridder, 2005). Como integradores de la oferta, las empresas constructoras deben aplicar estrategias multi-proyecto y establecer estrechas relaciones inter-empresariales.

8 CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

8.1 CONCLUSIONES.

En los últimos años, la gestión de la cadena de suministro ha sido la base de grandes éxitos en empresas de sectores como el automóvil, textil, alimentación, etc.... Sin embargo en la construcción no se ha conseguido aplicar de forma exitosa ni generalizada.

¿Qué es y cómo ha evolucionado la cadena de suministro?

La cadena de suministro cuenta con varias definiciones genéricas realizadas por diferentes autores, si bien la aportada por Christopher (1992) parece ser la de mayor aceptación. Del análisis de estas definiciones se desprende que la entrega del producto o servicio al cliente final es el objetivo de la cadena de suministro.

A pesar de la cantidad de trabajos existentes sobre el concepto y el alcance de la cadena de suministro existen diferentes escuelas de pensamiento, motivo por el que todavía hay un debate abierto.

La gestión de la cadena de suministro es el resultado de una evolución, que tiene sus orígenes en el desarrollo de la organización de las empresas y la evolución de la producción industrial. Varias teorías han influido de forma notable en la evolución de la idea de gestión de la cadena de suministro: la teoría de los costes de transacción (Coase, 1937), la teoría de los sistemas (Von Bertalanffy, 1950), el efecto látigo (Forrester, 1961), el concepto de cadena de valor (Porter, 1985) y la reingeniería de procesos (Hammer & Champy, 1993).

Centrándonos en la construcción, el interés académico sobre la cadena de suministro se ha visto incrementado cada año desde 1990 cuando aparecieron los primeros artículos. Los informes realizados por Latham (1994) y Egan (1998) en Gran Bretaña y la introducción de Lean en la construcción realizada por Koskela (1992), los tres textos publicados en los años 90, son los que mayor repercusión han tenido en el sector.

Hay que destacar el trabajo de Vrijhoef & Koskela (2000) en el que se realiza un análisis de las funciones específicas que la gestión de la cadena de suministro tiene en la construcción, de los problemas y las limitaciones. Es el texto más influyente relacionado íntegramente con la gestión de la cadena de suministro.

La investigación realizada sobre la cadena de suministro de la construcción proviene en su mayor parte de los países anglosajones (Gran Bretaña, EE.UU. y Australia) y del norte de Europa (Suecia, Finlandia y Dinamarca), siendo la aportación de España muy escasa. La mayoría de estos textos publicados están vinculados con la filosofía Lean y con las relaciones de asociación.

¿Qué problemas se generan en las cadenas de suministro de la construcción?

La mayor parte de los problemas revelados están relacionados con los flujos de información, los flujos de personas, los flujos económicos y la gestión del diseño. La conclusión es que la cadena de suministro de la construcción se enfrenta a diversos problemas, y no se puede considerar que haya un problema dominante único.

La separación entre las fases de diseño y construcción es identificada como una de las causas importantes de problemas. Otros problemas que perjudican notablemente a la cadena de suministro es la deficiente administración de las programaciones durante la ejecución de los proyectos y la falta de coordinación y comunicación entre las partes involucradas.

La participación temprana en el proyecto, desde la fase de diseño, del contratista y subcontratistas especializados y la repetición de las cadenas de suministro, evitando el actual enfoque a un solo proyecto, facilitarían la gestión, la colaboración y las buenas relaciones de equipo, contribuyendo a la solución de los problemas que se crean en esta fase. Sin embargo ambas situaciones se dan en muy pocas ocasiones.

Respecto a la estimación de costes, una estimación realista debe valorarse como un factor positivo para el desempeño del proyecto. El problema es que las relaciones de competencia que se establecen como norma habitual no lo permiten.

En general, los problemas detectados en la cadena de suministro por los estudios realizados en el sector, a nivel internacional, en los últimos años, no son diferentes a los que se manifestaban en los años 80 y 90. A nivel nacional, los escasos estudios efectuados, revelan que los problemas son similares a los manifestados por los estudios realizados en otros países.

¿Cuáles son las causas de estos problemas?

Las causas del carácter problemático de la construcción parecen encontrarse en la naturaleza misma del producto, en el tipo de producción por proyectos, y en la industria en su conjunto (Vrijhoef & Koskela, 2005).

La industria de la construcción se caracteriza por la fragmentación, los problemas de calidad, la separación entre diseño y producción, la subcontratación, por estar basada en PYMES, por su volatilidad, por el carácter cíclico y el elevado impacto sobre otros sectores. Estas características del sector condicionan de manera importante el modo en que se gestiona la cadena de suministro de la construcción, y son en gran medida la causa de los problemas. Entre ellas, la fragmentación del mercado de la oferta es la característica que para muchos autores condiciona en mayor medida la evolución del sector.

La construcción como actividad tiene características que la diferencian de otros sectores. Las que más afectan a la cadena de suministro son la singularidad de los proyectos, la producción in situ, la temporalidad de la multiorganización y el arraigo en el lugar. Todas ellas contribuyen a la escasa repetición de las cadenas de suministro, que sin ser un problema, contribuye a generarlos.

Por otra parte, que la construcción se califique como una actividad compleja, debido a la variedad de productos que genera y a la complejidad de programación, constituye un obstáculo añadido para las cadenas de suministro.

La configuración de la cadena de suministro en la construcción se encuentra dentro de un contexto de red, debido a que las organizaciones intervinientes están en el mismo momento desarrollando múltiples proyectos, en los que están involucrados con otras organizaciones. Coordinarse en este entorno no es fácil, de hecho la pertenencia simultánea a varias cadenas de suministro obliga a las empresas a establecer prioridades, y las prioridades de un proyecto pueden entrar en conflicto con las de otro.

A pesar de que la construcción es una actividad de producción basada en proyectos, en la cadena de suministro intervienen empresas que no organizan su producción en proyectos, lo que les hace adoptar una perspectiva diferente. Esta diversidad constituye otra dificultad a salvar para el desarrollo de la gestión de las cadenas.

Respecto a los agentes que intervienen en las cadenas de suministro de la construcción, en algunos países están regulados por leyes. En España los agentes que intervienen en el proceso edificatorio están regulados por ley, LOE de 1999, que les atribuye obligaciones y responsabilidades. Esta ley en algunos aspectos condiciona la cadena de suministro, ya que no considera la figura del Project Management entre los agentes que intervienen en las obras de

edificación, y estimula el uso del método de diseño-licitación-construcción para la entrega de proyectos.

Los niveles de subcontratación, causante de problemas en la gestión de las cadenas de suministro, en España, están limitados por la ley reguladora de la subcontratación. Esta ley, que aparece en 2006 por motivos de seguridad en las obras y no para regular la actividad de la cadena de suministro, ha supuesto un cambio que permite una gestión más adecuada de la cadena.

La forma de iniciar la producción marca diferencias en el tipo de cadena de suministro que se genera. El tipo de inicio lo marca el punto de desacoplamiento, aquel en el que el producto pasa de estar fabricado por las previsiones a estar impulsado por la demanda. Las dos formas más comunes de iniciar la producción en la industria de la construcción son: la construcción inmobiliaria especulativa (Ship-to-stock) y la autopromoción (Concept-to-order).

El método de entrega del proyecto es otro condicionante para la formación de la cadena de suministro. Según el promotor contrate directamente a una única organización o a varias, la cadena de suministro tomará distinta forma. De hecho una misma empresa puede jugar un papel distinto dentro de la cadena de suministro, en función del método de entrega con el que el proyecto se desarrolle.

El método de entrega del proyecto más utilizado en España es el de diseño-licitación-construcción, debido en gran parte a que la normativa actual propicia la separación entre las organizaciones encargadas del diseño y las encargadas de la construcción. En los países anglosajones el más utilizado es el de diseño-construcción, que permite una integración de las organizaciones de diseño y producción, salvando así uno de los obstáculos para la mejora de la gestión de la cadena de suministro.

Los tipos de contrato, transaccionales o relacionales, y los métodos de compra que se utilizan también están detrás de algunos de los problemas que se han detectado relacionados con la estimación de costes o la transferencia de riesgos.

Las relaciones entre los integrantes de las cadenas de suministro condicionan su funcionamiento. Las interdependencias que se producen en las cadenas de suministro y las formas de transferencia de riesgos deben de considerarse, ya que afectan a la planificación, la coordinación y la flexibilidad.

Por último, la tipología de organización económica o comercial que más habitualmente se establece en la construcción para la cadena de suministro es la de tipo abierta o impulsada por los mercados. Esta tipología fomenta la competencia entre las empresas y está gobernada principalmente por el mecanismo de los precios, con un énfasis constante en los escenarios de ganar-perder, lo que contribuye a generar enfrentamientos entre clientes, técnicos, constructores y subcontratistas, en el que cada parte intenta sacar ventaja unos sobre otros, en lugar de trabajar juntos de manera constructiva.

¿Qué soluciones se han desarrollado hasta la fecha? ¿De qué forma contribuyen a la solución de los problemas de la cadena de suministro?

La mayor parte de las soluciones que pueden contribuir a la mejora de la cadena de suministro de la construcción son transferidas de otras industrias. Esta práctica es discutida por no pocos autores, debido a las diferentes características de la actividad y del sector para el que se crearon en comparación con el sector construcción en el que se pretenden aplicar.

Las soluciones planteadas se podrían agrupar en dos bloques: las que pretenden mejorar la distribución y las que desean mejorar la producción. Las primeras están asociadas a la logística y pretenden mejorar los flujos de suministro de materiales y los flujos de información; y las segundas se asocian a la filosofía Lean, y pretenden crear valor a lo largo de toda la cadena.

Dentro de la filosofía Lean se han desarrollado dos herramientas como son Last Planner System (LPS) y Lean Project Delivery System (LPDS) cuya aplicación resuelve algunos de los problemas de la cadena de suministro. LPS es una herramienta de planificación que contribuye a la buena comunicación entre los miembros de la cadena de suministro. LPDS es un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, que trata de integrar a los contratistas desde la fase del diseño. Aplicando ambos métodos se resolverían la mayor parte de los problemas relacionados con la planificación y los que se derivan de la separación entre diseño y construcción.

La aplicación de LPDS se ve afectada por la aparición de Integrated Project Delivery (IPD), que no es más que una evolución de LPDS introducida por The American Institute of Architects, que ha despertado un considerable interés.

Como hemos visto, la existencia de diferentes tipos de proyectos, generados por las diferentes necesidades de los clientes, junto a las relaciones discontinuas, la incertidumbre y la variabilidad de la demanda, provoca que sostener enfoques Lean no siempre sea lo más

adecuado para la cadena de suministro. Con el concepto Agile, menos extendido, se pueden obtener ventajas competitivas para atender los caprichos de una parte considerable de la demanda. Agile se centra en ofrecer eficacia en términos de altos niveles de servicio a través de la flexibilidad y la personalización, considerando la consecución de costes aceptables como un objetivo más secundario.

La conclusión es que ambas filosofías, Lean y Agile, son aplicables para cadenas de suministro que atiendan diferentes necesidades o diferentes nichos del mercado de la construcción.

Respecto a la logística en la construcción, parece claro que juega un papel que no siempre queda reconocido. La entrega de materiales a las obras siempre está condicionada por la secuencia de construcción de modo que se reduzca al mínimo el movimiento y manipulación de materiales. Además al inicio de las obras, el grado de definición de los proyectos y los contratos no es el adecuado para solicitar el suministro con antelación, lo que dificulta las adquisiciones. La participación temprana en la fase de diseño y una mayor responsabilidad en el flujo de información relativa a los materiales conseguiría que la construcción obtuviera mayores beneficios de la logística.

La aplicación de Just in Time en la construcción no es tan sencilla como en otras industrias debido a la incertidumbre que caracteriza a la construcción y la variación de flujo. Su utilización requiere la utilización de “buffers” que provocan la pérdida, en parte, de su efectividad.

Mejorar las relaciones, para pasar de enfoques de competición a enfoques de cooperación o colaboración, ha sido uno de objetivos perseguidos para mejorar la gestión de la cadena de suministro. En este campo se ha publicado mucha investigación sobre Partnering, Alliancing o la Gestión de la cadena de suministro (SCM). La conclusión es que ninguna de ellas es una solución que garantice éxitos, sino más bien filosofías que deben ser adaptadas a cada situación.

Todos los métodos de mejora de las relaciones chocan con el problema del corto plazo o la falta de continuidad en el flujo de trabajo que tienen las relaciones en la construcción. De esta forma parece que la utilización de estos métodos solamente esté al alcance de un número limitado de actores, con recursos suficientes, que sí que podrán llevar a cabo métodos de colaboración con eficacia. El hecho de que la mayor parte del sector esté constituido por

pymes, dificulta la colaboración ya que carecen de los recursos necesarios para invertir en sistemas de apoyo a la colaboración.

IPD al ser un método de gestión de proyectos que se basa en un proceso de colaboración, se considera como otro método de gestión de las relaciones dentro de la cadena de suministro.

La implantación y el uso de estos métodos de mejora de las relaciones no ha tenido una expansión constante desde su aparición, sufriendo altibajos. Partnering tuvo un gran impulso principalmente en Gran Bretaña a raíz de la publicación del informe Egan (1998), pero la crisis de la construcción en los últimos años ha hecho que su uso decaiga. Alliancing ha sido utilizado en Australia, pero su uso no se ha difundido. Integrated Project Delivery ha surgido en los EE.UU. en 2006 y todavía está por ver el nivel de éxito que consigue en los próximos años.

Gestión de la cadena de suministro (SCM) se basa en una relación de trabajo a largo plazo, más allá de los proyectos individuales, que se fundamenta en la integración de los procesos clave de negocio entre los integrantes de la cadena de suministro.

La reingeniería de procesos y la ingeniería concurrente han sido utilizados dentro de filosofías o métodos como por ejemplo Lean o IPD. A pesar de ello la utilización de estas dos técnicas, sin necesidad de adoptar ninguna filosofía, no debería descartarse para la mejora de la cadena de suministro.

El interés de Building Information Modeling (BIM) para la gestión de la cadena de suministro se fundamenta en que adoptado desde una perspectiva holística, puede ser una herramienta que contribuye a la comunicación y la colaboración entre los integrantes de la cadena.

A pesar de todo, las herramientas y técnicas propuestas para la mejora de la cadena de suministro no están exentas de problemas para su aplicación. La naturaleza temporal de los proyectos y la falta de continuidad de las cadenas de suministro (relaciones a corto plazo) dificulta la aplicación de estas herramientas. Además, las relaciones diádicas que se producen en la cadena de suministro es uno de los problemas que en mayor medida condiciona las relaciones entre los agentes.

Implicaciones.

Conocer cuáles son los problemas que sufre la cadena de suministro de la construcción y donde están las causas que los provocan es el primer paso para buscar las soluciones que contribuyan a mejorar la gestión.

La industria de la construcción padece problemas que podrían ser resueltos con una gestión adecuada de la cadena de suministro. Sin embargo mejorar esta gestión, como se desprende de algunas de las investigaciones, no es una de las prioridades en las pymes del sector. Las empresas parecen más centradas en mantener las actitudes adversas o de confrontación que en buscar soluciones y colaboración.

Lo que sí que parece más evidente es que las soluciones que se adopten no deberían basarse en el proyecto como unidad de análisis. Buscar la rentabilidad en todos los proyectos obliga a emprender acciones con resultados a corto plazo que no ayudan a resolver los problemas.

El desarrollo de la Gestión de la cadena de suministro, tal como se ha hecho en otros sectores, podría ser la solución más eficaz para los problemas actuales. El problema es que muy pocas empresas en la construcción tienen una posición en la que pueden liderar una red basada en relaciones de colaboración a largo plazo.

Es destacable que la mayoría de las soluciones planteadas ya se consideraban como tales en el informe Egan (1998), es decir que en los últimos veinte años se podrían haber desarrollado hasta el punto de que su conocimiento y uso fueran ya generalizados.

El punto de partida para la mejora de la construcción es el cambio en la forma de pensar, en lugar de buscar soluciones aisladas a los diversos problemas que se presentan (Koskela, 1992). Además para obtener resultados satisfactorios las personas responsables deben cambiar, abandonar las relaciones adversas y antagónicas que plagan la industria de la construcción (The American Institute of Architects, 2007).

8.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

Las líneas de futuros trabajos pueden seguir dos vías, profundizar más en el estudio de la literatura existente o desarrollarse en el campo de la investigación mediante encuestas o estudios de caso.

El estudio de la literatura existente podría centrarse en alguno de los temas tratados en este trabajo, materias como Partnering, Agile o Benchmarking en el sector de la construcción a nivel nacional e internacional.

Una investigación mediante estudios de caso podría analizar las cadenas de suministro de varios proyectos realizados en estos momentos en nuestro país, con el objeto de establecer cómo se configuran, los métodos de entrega, los tipos de contrato y los métodos de compra que utilizan.

Una investigación mediante encuestas a los agentes de la cadena de suministro, incluyendo a clientes, arquitectos, constructores y subcontratistas, podría desvelar si los problemas analizados en la literatura internacional difieren a los que se producen en nuestro entorno.

Otra investigación mediante encuestas a responsables de empresas constructoras podría desvelar el grado de conocimiento y aplicación de las filosofías y técnicas que se han visto en este trabajo como posibles soluciones a los problemas de la cadena de suministro.

BIBLIOGRAFÍA.

- Agapiou, A., Clausen, L., Flanagan, R., Norman, G., & Notman, D. (1998a). The role of logistics in the materials flow control process. *Construction Management & Economics*, 16, 131-137.
- Agapiou, A., Flanagan, R., Norman, G., & Notman, D. (1998b). The changing role of builders merchants in the construction supply chain. *Construction Management & Economics* 16.3, 351-361.
- Ahuett, H. (2006). Evolución de las metodologías de apoyo a la ingeniería concurrente. En C. Riba, & A. Molina, *Ingeniería Concurrente: Una metodología integradora* (pág. 314). Barcelona: Ediciones UPC.
- Akintoye, A., McIntosh, G., & Fitzgerald, E. (2000). A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 159-168.
- Albizu, E., Olazarán, M., & Simón, K. (2004). Reingeniería de procesos en España: La adaptación de una moda de gestión. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*. Nº 11, 161-181.
- Alshubbak, A. (2010). *Modelo de identificación de las necesidades del promotor en el proceso proyecto-construcción:INPro*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Applebaum, H. (1982). Construction Management: Traditional versus Bureaucratic Methods . *Anthropological Quarterly* Vol. 55, No. 4, 224-234.
- Arantes, A., Ferreira, L., & Costa, A. (2015). Is the construction industry aware of supply chain management? The Portuguese contractors' perspective. *Supply Chain Management: An International Journal* Vol. 20 Iss 4, 404 - 414.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, Vol.20 Iss 2, 189-195.

- Arbulu, R., Tommelein, I., Walsh, K., & Hershauer, J. (2003). Value stream analysis of a re-engineered construction supply chain. *Building Research & Information*, Vol 31 Iss 2, 161-171.
- Arditi, D., & Chotibhongs, R. (2005). Issues in subcontracting practice. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.131, Nº 8, 866-876.
- Arellano, M., & Bentolila, S. (2009). La burbuja inmobiliaria: causas y responsables. *La Crisis de la Economía Española: Lecciones y Propuestas*.
- Atkins, B. (1994). *Strategies for the European construction sector. A programme for change*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Attaran, M., & Attaran, S. (2007). Collaborative supply chain management. The most promising practice for building efficient and sustainable supply chains. *Business Process Management Journal*, Vol. 13 Iss 3, 390 - 404.
- Azambuja, M., & O'Brien, W. (2009). Construction supply chain modelling: Issues and perspectives. En W. O'Brien, C. Formoso, R. Vrijhoef, & K. London, *Construction Supply Chain Management Handbook* (pág. 31). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Azambuja, M., Ponticelli, S., & O'Brien, W. (2014). Strategic procurement practices for the industrial supply chain. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Azizi, A., & Ismail, N. (2005). Investigating on the supply chain management. *International Advanced Technology Congress: Conference on Spatial and Computational Engineering*, (págs. 441-449). Putrajaya, Malaysia.
- Baiden, B., Price, A., & Dainty, A. (2006). The extent of team integration within construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(1), 13-23.
- Ballard, G. (1994). *The Last Planner*. Monterey: Northern California Construction Institute.
- Ballard, G. (2000). *Lean Project Delivery System*. Lean Construction Institute. White Paper-8.
- Ballard, G. (2000). *The last planner system of production control*. Birmingham: Doctorate thesis. University of Birmingham.

- Ballard, G. (2005). Construction: One type of project based production system. *Proceedings SCRI Forum Event Lean Construction: The Next Generation*. (pág. 14 p.). Salford.: University of Salford.
- Ballard, G. (2008). The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal*, 1-19.
- Ballard, G., & Howell, G. (1995). Toward Construction JIT. *Lean construction*, 291-300.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). What kind of production is construction. *Proc. 6 th Annual Conf. Int'l*. (págs. 13-15). Brasil: Group for Lean Construction.
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2), 119-133.
- Ballesteros, M. (2008). Dirección integrada de proyecto en el ámbito de la construcción: nociones jurídicas básicas. *Anuario jurídico y económico escurialense (41)*, 161-182.
- Bankvall, L., Bygballe, L., Dubois, A., & Jahre, M. (2010). Interdependence in supply chains and projects in construction. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15 Iss 5 pp. 385 - 393.
- Barlow, J., & Jashapara, A. (1998). Organisational learning and inter-firm “partnering” in the UK construction industry. *The Learning Organization*, Vol. 5 Iss: 2, 86 - 98.
- Barlow, J., Childerhouse, P., Gann, D., Hong-Minh, S., Naim, M., & Ozaki, R. (2003). Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for UK housebuilders. *Building research & information*, 31(2), 134-145.
- Bertelsen, S., & Nielsen, J. (1997). Just-In-Time Logistics in the Supply of Building Materials. *1st International Conference on Construction Industry Development: Building the future Together*, (pág. 9). Singapore.
- BIS (Department for Business, Innovation and Skills. Gov.UK) (2013a). *UK Construction: An economic analysis of the sector*. London: Department for Business, Innovation and Skills.

- BIS (Department for Business, Innovation and Skills. Gov.UK) (2013b). *Supply Chain Analysis into the Construction Industry A Report for the Construction Industrial Strategy*. London: Department for Business, Innovation and Skills.
- Blismas, N., Sher, W., Thorpe, A., & Baldwin, A. (2004). A typology for clients' multi-project environments. *Construction Management and Economics*. Vol 22, 357-371.
- Bossink, B., & Vrijhoef, R. (2009). *Innovation management in the construction supply chain*. In: O'Brien, W.J. et al. (eds.). *Construction Supply Chain Management Handbook*.
- Brady, T., Davies, A., & Gann, D. (2005). Can integrated solutions business models work in construction? *Building Research & Information* 33 (6), 571–579.
- Bresnen, M. (2007). Deconstructing partnering in project-based organisation: Seven pillars, seven paradoxes and seven deadly sins. *International Journal of Project Management* 25 , 365–374.
- Bresnen, M., & Marshall, N. (1999). Achieving customer satisfaction? Client-contractor collaboration in the UK construction industry. *Customer Satisfaction: A Focus on Research and Practice* (pág. Vol. 55). Joint Triennial Symposium of CIB Commissions W.
- Bresnen, M., & Marshall, N. (2000a). Partnering in construction: a critical review of issues, problems and dilemmas. *Construction Management and Economics*, 229-237.
- Bresnen, M., & Marshall, N. (2000b). Building partnerships: case studies of client–contractor collaboration in the UK construction industry. *Construction Management & Economics* 18.7, 819-832.
- Briscoe, G., & Dainty, A. (2005). Construction supply chain integration: an elusive goal? *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol.10, Iss 4., 319–326.
- Briscoe, G., Dainty, A., & Millett, S. (2001). Construction supply chain partnerships: skills, knowledge and attitudinal requirements. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7, 243–255.
- Briscoe, G., Dainty, A., & Millett, S. (2004). Client-led strategies for construction supply chain improvement. *Construction Management and Economics*. Vol 22, Issue 2, 193-201.

- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management* 31.7, 971-980.
- Buzzell, R. (1983). Is vertical integration profitable. *Harvard Business Review* 61.1, 92-102.
- Bygballe, L., & Jahre, M. (2009). Balancing value creating logics in construction. *Construction Management and Economics*, Vol. 27 No. 7, pp. 695-704.
- Bygballe, L., Jahre, M., & Swärd, A. (2010). Partnering relationships in construction: A literature review. *Journal of purchasing and supply management*, 16(4), 239-253.
- Cagliano, R., Caniato, F., & Spina, G. (2006). The linkage between supply chain integration and manufacturing improvement programmes. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (3), 282-299.
- Capó-Vicedo, J., Expósito, M., & Miquel, J. (2005). La importancia de la gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la construcción. *IX Congreso de Ingeniería de Organización*. Gijón.
- Capó-Vicedo, J., Tomás, J., & Expósito, M. (2007). La Gestión del Conocimiento en la Cadena de Suministro. Análisis de la Influencia del Contexto Organizativo. *Información Tecnológica*. Vol 18 (1), 127-135.
- Carbonell, J. F. (2011). Modelos de Integración de la Gestión de la Cadena de Suministro en el Sector de la Construcción. *Dirección y Organización*, Núm. 43, 51-63.
- Carbonell, J. F. (2012). *Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Carter, C. (2011). A Call for Theory: The Maturation of the Supply Chain Management Discipline. *Journal of Supply Chain Management*. Vol.47, Iss 2., 3-7.
- CEPYME (Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa.) (2015). *Boletín de morosidad y financiación empresarial*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España.
- Cheng, E., Li, H., Love, P., & Irani, Z. (2001). An e-business model to support supply chain activities in construction. *Logistics Information Management*, Vol. 14 Iss 1/2, 68 - 78.

- Cheung, S., Yiu, K., & Chim, P. (2006). How Relational are Construction Contracts? *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Vol. 132, Nº 1, 48-56.
- Choclán, F., Soler, M., & González, R. (2014). Introducción a la metodología BIM. *Spanish journal of BIM* 14/1, 4-10.
- Choudhry, R., Hinze, J., Arshad, M., & Gabriel, H. (2012). Subcontracting Practices in the Construction Industry of Pakistan. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 138, No. 12, 1353-1359.
- Christopher, M. (1992). *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*. Edinburgh: Prentice Hall. Financial Times.
- Ciancimino, E., Cannella, S., Canca Ortiz, J., & Framiñán, J. (2009). Análisis multinivel de cadenas de suministros: dos técnicas de resolución del efecto bullwhip. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* 8, 7-28.
- Coase, R. (1937). The Nature of the Firm. *Economica New Series*, Vol. 4, No. 16., 386-405.
- COM. (2012). *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises*. Brussels: European Commission.
- Construction Industry Institute. (1991). *In search of partnering excellence*. The Partnering Task Force of CII,. Austin, Texas: Construction Industry Institute.
- Cooper, M., Lambert, D., & Pagh, J. (1997). Supply chain management: more than a new name for logistics. *The international journal of logistics management*, 14.
- Cooper, M., & Ellram, L. (1993). Characteristics of supply chain management and the implications for purchasing and logistics strategy. *The International Journal of Logistics Management* 4.2, 13-24.
- Cooper, R., Bruce, M., Wootton, A., Hands, D., & Daly, L. (2003). Managing design in the extended enterprise. *Building Research & Information*, Vol. 31 No. 5, pp. 367-78.
- Costa, D., Formoso, C., Kagioglou, M., Alarcón, L., & Caldas, C. (2006). Benchmarking Initiatives in the Construction Industry: Lessons Learned and Improvement Opportunities. *Journal of Management in Engineering* 22.4, 158-167.

- Cox, A. (2004). The art of the possible: relationship management in power regimes and supply chains. *Supply Chain Management: An international Journal*, 9 (5), 346-356.
- Cox, A. (2009). Strategic management of construction procurement. En W. O'Brien, C. Formoso, R. Vrijhoef, & K. London, *Construction Supply Chain Management Handbook*. (2009). Construction supply chain modelling: Issues and perspectives. En W. O'Brien, C. Formoso, R. VrBoca Raton: (2009). Construction supply chain modelling: Issues and perspectives. En W. O'Brien, C. Formoso, R. Taylor & Francis Group.
- Cox, A., & Ireland, P. (2001). Managing construction supply chains: the common sense approach for project-based procurement. *The 10th International Annual IPSERA Conference 2001* (págs. 2001-2013). Jönköping, Sweden: Jönköping International Business School.
- Cox, A., & Thompson, I. (1997). 'Fit for purpose' contractual relations: determining a theoretical framework for construction projects. *European journal of purchasing & supply management*, 3(3), 127-135.
- Cox, A., & Townsend, M. (1998). *Strategic Procurement in Construction: towards better practice in the management of construction supply chains*. London, UK.: Thomas Telford Publishing.
- Cox, A., Ireland, P., & Townsend, M. (2006). *Managing in Construction Supply Chains and Markets*. London: Thomas Telford.
- Crites, M. (Noviembre de 2007). *Getting the Best Value for Our Construction Dollars; A Primer of Construction Delivery Methods for Owners (from an Owner's Biased Viewpoint)*. Recuperado el 21 de Marzo de 2015, de Maricopa Community College: http://www.maricopa.edu/facilitiesplanning/docs/delivery_methods.pdf
- Cuadrado, J., López, J., Crecente, F., León, M., & Pérez de Armiñán, A. (2010). *El sector construcción en España: análisis, perspectivas y propuestas*. Madrid: Colegio Libre de Eméritos.
- Cutting-Decelle, A., Young, B., Das, B., Case, K., Rahimifard, S., Anumba, C., y otros. (2007). A Review of Approaches to Supply Chain Communications: from Manufacturing to Construction.

- Dainty, A., Briscoe, G., & Millett, S. (2001a). New perspectives on construction supply chain integration. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 6 Iss 4, 163 - 173.
- Dainty, A., Briscoe, G., & Millett., S. (2001b). Subcontractor perspectives on supply chain alliances. *Construction Management & Economics* 19.8, 841-848.
- Deming, W. (1982). *Out of the Crisis*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- DISR (Department of Industry Science and Resources) (1999). *Building for Growth. An Analysis of the Australian Building and Construction Industries*. Canberra: Department of Industry Science and Resources. Commonwealth of Australia.
- Domínguez, M. (2004). *Guías de actividad empresarial: pequeña empresa constructora*. Santiago de Compostela: BIC Galicia.
- Dubois, A., & Gadde, L.-E. (2000). Supply Strategy and Network Effects. *Purchasing behaviour in the construction industry: European Journal of Purchasing*, (págs. 207-215).
- Dubois, A., & Gadde, L.-E. (2002). The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation. *Construction Management & Economics*, 20(7), 621-631.
- Eastman, C. (1975). The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design. *AIA Journal*. Vol.63, Núm.3, 46-50.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Eccles, R. (1981). The quasifirm in the construction industry. *Journal of Economic Behavior & Organization*. Vol 2, Is 4, 335–357.
- Egan, J. (1998). *Rethinking construction: the report of the Construction Task Force*. London,UK.: Department of the Environment,Transport and the Regions.
- Ellram, L. (1991). Supply-Chain Management: The Industrial Organisation Perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 21, 13 - 22.

- Ellram, L., & Cooper, M. (1990). Supply Chain Management, Partnership, and the Shipper - Third Party Relationship. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 1 Iss: 2, 1 - 10.
- Eom, C., Yun, S., & Paek, J. (2008). Subcontractor Evaluation and Management Framework for Strategic Partnering. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol.134, Iss.11 , 842-851.
- es.BIM, C. i. (2016). *es.BIM*. Recuperado el 14 de Mayo de 2016, de <http://www.esbim.es/es-bim/hoja-de-ruta/>
- Fearne, A., & Fowler, N. (2006). Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the dangers of “lean” thinking in isolation. *Supply chain management: An international journal* 11.4, 283-287.
- Fernández, A., Gómez, V., & Prida, B. (2008). La Cadena de Suministro en Proyectos de Construcción. *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, (págs. 1715-1724). Burgos.
- Fernández, L. (2013). *Los agentes de la edificación desde el punto de vista de la gestión integral de proyectos. (Trabajo fin de Máster)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Fernández, M., & Fuentes, D. (2007). El sector de la construcción en España: una evaluación de sus efectos económicos. *Documento de trabajo 21* , (pág. 19). Zaragoza.
- Fernie, S., & Tennant, S. (2013). The non-adoption of supply chain management. *Construction Management and Economics*, 31(10), 1038-1058.
- Fernie, S., & Thorpe, A. (2007). Exploring change in construction: supply chain management. *Engineering, Construction and Architectural Management* 14.4 , 319-333.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Frödell, M., Josephson, P.-E., & Christian, K. (2013). Integration barriers for purchasing organisation in a large construction company: towards requisite disintegration. *The IMP Journal*. Vol 7. Issue 1, 46-58.

- Fulford, R., & Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32(2), 315-326.
- Ganeshan, R., & Harrison, T. P. (1995). An introduction to supply chain management. *Department of Management Science and Information Systems. Penn State University. University Park, Pensilvania*, 8.
- Gann, D., Matthews, M., Patel, P., & Simmonds, P. (1992). *Construction R & D: Analysis Of Private And Public Sector Funding of Research and Development in the UK Construction Sector*. London: Department of the Environment.
- García-Montalvo, J. (1999). El precio del suelo: la polémica interminable. *Nuevas Fronteras de la Política Económica* (pág. 62). Barcelona.: Centre de Recerca en Economia Internacional. Universitat Pompeu Fabra.
- Garrido-Hernández, A. (2002). *El libro del director de la ejecución de la obra*. Madrid: Leynfor Siglo XXI.
- González, M., Arruñaga, B., & Fernández, A. (1997). La decisión de subcontratar: el caso de las empresas constructoras. *Investigaciones Económicas*, vol 21 (3), 501-521.
- Gosling, J., Towill, D., Naim, M., & Dainty, A. (2014). Principles for the design and operation of engineer-to-order supply chains in the construction sector. *Production Planning & Control: The Management of Operations*.
- Green, S. D. (2011). *Making Sense of Construction Improvement*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Green, S., & May, S. (2003). Re-engineering construction: going against the grain. *Building Research & Information*, 31(2), 97-106.
- Green, S., & May, S. (2005). Lean construction: arenas of enactment, models of diffusion and the meaning of 'leanness'. *Building Research & Information* 33.6, 498-511.
- Green, S., Fernie, S., & Weller, S. (2005). Making sense of supply chain management: a comparative study of aerospace and construction. *Construction Management and Economics*, 23(6), 579-593.

- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19(5), 522-530.
- Groák, S. (1994). Is construction an industry? Notes towards a greater analytic emphasis on external linkages. *Construction management and economics*, 12(4), 287-293.
- Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in construction*, 19 (8), 988-999.
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Re-engineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. New York.: Harper Collins Inc.
- Hartmann, A., & Bresnen, M. (2011). The emergence of partnering in construction practice: an activity theory perspective. *The Engineering Project Organization Journal*, 1(1), 41-52.
- Hartmann, A., & Caerteling, J. (2010). Subcontractor procurement in construction: the interplay of price and trust. *Supply chain management: an international journal*, 15(5), 354-362.
- Hayden, L. (2014). *Analysis of Design-Build Delivery Method*. San Diego: San Diego State University.
- Hilletofth, P. (2011). Demand-supply chain management: industrial survival recipe for new decade. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 111 Iss 2, 184 - 211.
- Hinze, J., & Tracey, A. (1994). THE CONTRACTOR-SUBCONTRACTOR RELATIONSHIP:THE SUBCONTRACTOR'S VIEW. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 120, 274-287.
- Hoekstra, S., & Romme, J. (1992). *Integral Logistics Structures: Developing Customer Oriented Goods Flow*. London: McGraw-Hil.
- Holmberg, S. (1997). *Measurements on an integrated supply chain*. Lund: Department of Engineering Logistics, Lund University.
- Holweg, M., Disney, S., Holmström, J., & Småros, J. (2005). Supply Chain Collaboration: Making Sense of the Strategy Continuum. *European Management Journal*. Vol 23, Iss. 2, 170-181.

- Houlihan, J. (1985). International Supply Chain Management. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, Vol. 15 Iss: 1, 22 - 38.
- Howell, G. (1999). What is Lean Construction. *Seventh Conference of the International Group for Lean Construction* (págs. 1-10). Berkeley, California, USA: Lean Construction Institute.
- Hugos, M. (2003). *Essentials of supply chain management*. Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons.
- Josephson, P.-E., & Hammarlund, Y. (1999). The causes and costs of defects in construction A study of seven building projects. *Automation in Construction* 8, 681–687.
- Jung, Y., & Joo, M. (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction*, 20(2), 126-133.
- Kent, D., & Becerik-Gerber, B. (2010). Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery. *Journal of construction engineering and management* 136(8), 815-825.
- Koch, C., Frödell, M., Josephson, P., & Kähkönen, K. (2010). Beyond the Design Fix - New Industrialisation in Contractor's Supplier Relationships. *Proceedings of CIB 2010 World Congress*, (págs. 10-13). Salford Quays, UK.
- Konchar, M., & Sanvido, V. (1998). Comparison of US project delivery systems. *Journal of construction engineering and management* 124.6, 435-444.
- Kono, T. (1984). *Strategy and structure of Japanese enterprises*. London, UK: The MacMillan Press Ltd.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo: VTT Publications.
- Koskela, L. (2003). Is structural change the primary solution to the problems of construction? *Building Research & Information*, Vol.31 Iss 2, 85-96.

- Kumaraswamy, M., Rahman, M., Ling, F., & Phng, S. (2005). Reconstructing cultures for relational contracting. *Journal of Construction Engineering and Management* 131.10 , 1065-1075.
- Lai, K.-h., & Cheng, T. (2003). Initiatives and outcomes of quality management implementation across industries. *Omega* 31, 141-154.
- Lambert, D. M., Cooper, M. C., & Pagh, J. D. (1998). Supply chain management: implementation issues and research opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 20.
- Lambert, D., Emmelhainz, M., & Gardner, J. (1996). Developing and implementing supply chain partnerships. *Journal of Logistics management. Vol 7, Nº 2*, 1-18.
- Lamming, R. (1993). *Beyond partnership: strategies for innovation and lean supply*. New York: Prentice Hall.
- Lamming, R. (1996). Squaring lean supply with supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management, Vol. 16 Iss 2*, 183 - 196.
- 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, Vol. 44 No. 2*, 188-195.
- Latham, M. (1994). *Constructing the Team*. London, UK: HMSO.
- Lee, H., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 43, 4, 13.
- Lee, H., Seo, J., Park, M., Ryu, H., & Kwon, S. (2009). Transaction-cost-based selection of appropriate general contractor-subcontractor relationship type. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(11), 1232-1240.
- London, K. (2004). *Construction Supply Chain Procurement Modelling*. Melbourne: Faculty of Architecture, Building and Planning. The University of Melbourne.

- London, K., & Kenley, R. (1999). Client's role in construction supply chains-a theoretical discussion. *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*. (pág. 13). Cape Town, South Africa: Dept. of Construction Economics & Management, University of Cape Town.
- London, K., & Kenley, R. (2000). Mapping construction supply chains: widening the traditional perspective of the industry. *Proceedings 7th Annual European Association of Research in Industrial Economic EARIE conference, Switzerland*.
- London, K., & Kenley, R. (2001). An industrial organization economic supply chain approach for the construction industry: a review. *Construction Management and Economics* 19,, 777–788.
- London, K., & Singh, V. (2013). Integrated construction supply chain design and delivery solutions. *Architectural Engineering and Design Management*, 135-157.
- London, K., Kenley, R., & Agapiou, A. (1998). Theoretical supply chain network modelling in the building industry. *ARCOM 14th Annual Conference* (págs. 369–379). Reading: Hughes, W.
- Lönngren, H.-M., Rosenkranz, C., & Kolbe, H. (2010). Aggregated construction supply chains: success factors in implementation of strategic partnerships. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15 Iss 5 , 404-411.
- López, A., & Rosell, J. (2007). Subcontratación y Teoría de los Costes de Transacción: valoraciones de la incertidumbre para las empresas manufactureras españolas. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol 16, núm.3, 9-22.
- Love, P., & Gunasekaran, A. (1997). Concurrent engineering in the construction industry. *Concurrent Engineering* 5.2, 155-162.
- Love, P., Gunasekaran, A., & Li, H. (1998). Putting an engine into re-engineering: toward a process-oriented organisation. *International Journal of Operations & Production Management* Vol. 18 No. 9, 937-949.
- Love, P., Irani, Z., & Edwards, D. (2004). A seamless supply chain management model for construction",. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9 Iss 1 pp. 43 - 56.

- Love, P., Irani, Z., Cheng, E., & Li, H. (2002). A model for supporting interorganizational relations in the supply chain. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9(1), 2-15.
- Macho, C. (2013). Los ADR «alternative dispute resolution» en el comercio internacional. *Cuadernos de Derecho Transnacional*. Vol. 5, Nº 2,, 398-427.
- MacNeil, I. R. (1974). The many futures of contract. *Southern California Law Review*, Vol.47, Nº 3, 691-816.
- Martin, N., Gonzalez de Chaves, P., & Roldan, M. (2014). Building Information Modeling (BIM): una oportunidad para transformar la industria de la construcción. *Spanish journal of BIM* 14/1, 12-17.
- Matthews, O., & Howell, G. (2005). Integrated project delivery an example of relational contracting. *Lean Construction Journal* 2.1, 46-61.
- McGeorge, D., & Palmer, A. (1997). *Construction management: new directions*. Oxford: Blackwell Science.
- McGeorge, D., Zou, P., & Palmer, A. (2002). *Construction Management: new directions*. Oxford, UK.: Blackwell Publishing.
- Mehrjerdi, Y. (2009). Excellent supply chain management. *Assembly Automation* Vol.29 Iss.1, 52-60.
- Meng, X. (2010). Assessment framework for construction supply chain relationships: development and evaluation. *International Journal of Project Management*, Vol.28, Nº 7, 695-707.
- Mentzer, J., DeWitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., y otros. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, Vol. 22, No. .
- Michael Page. (2014). *Estudio de Remuneración 2014*. Madrid: Michael Page.
- Ministerio de Economía y Hacienda. (16 de Noviembre de 2011). 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. *BOE*. Madrid, España.: Gobierno de España.

- Ministerio de Fomento. (5 de Noviembre de 1999). Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación. *BOE*. Madrid, España: Gobierno de España.
- Ministerio de Fomento. (18 de Octubre de 2006). Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. *BOE*. Madrid, España: Gobierno de España.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (6 de Julio de 2010). Ley 15/2010, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales. *BOE*. Madrid, España: Gobierno de España.
- Monczka, R., Handfield, R., Giunipero, L., & Patterson, J. (2009). *Purchasing and Supply Chain Management*. Mason, USA: South-Western Cengage Learning.
- Naim, M., & Barlow, J. (2003). An innovative supply chain strategy for customized housing. *Construction Management and Economics*, 593-602.
- Nath, T., & Standing, C. (2010). Drivers of information technology use in the supply chain. *Journal of Systems and Information Technology*, Vol. 12 Iss: 1, 70 - 84.
- New, S. (1997). The scope of supply chain management research. *Supply Chain Management*, vol. 2, num.1, 15-22.
- New, S., & Ramsay, J. (1997). A critical appraisal of aspects of the lean chain approach. *European Journal of Purchasing and Supply Management*. Vol 3, Nº 2, 93-102.
- New, S., & Westbrook, R. (2004). *Understanding Supply Chains. Concepts, Critiques, and Futures*. Oxford: Oxford University Press.
- O'Brien, W. (1997). Construction supply-chains: case study, integrated cost and performance analysis. En L. Alarcón, *Lean construction* (págs. 187-222). Rotterdam: A.A.Balkema.
- O'Brien, W. (1999). Construction supply chain management: a vision for advanced coordination, costing, and control. *NSF Berkeley-Stanford Construction Research Workshop*.
- O'Brien, W., London, K., & Vrijhoef, R. (2002). Construction Supply Chain Modeling: a research review and interdisciplinary research agenda. *Proceedings IGLC-10*, (págs. 129-148). Gramado.

- O'Brien, W., Fischer, W., & Jucker, J. (1995). An economic view of project coordination. *Construction Management and Economics*,13, 393-400.
- Observatorio Industrial del Sector Construcción. (2012). *Estudio de la competitividad de la Industria de la Construcción en España*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Gobierno de España.
- Olsson, F. (2000). *Supply Chain Management in the Construction Industry - Opportunity or utopia?* Lund: Department of Design Sciences, Logistics. Lund University.
- Omar, A., Davis-Sramek, B., Fugate, B., & Mentzer, J. (2012). Exploring the Complex Social Processes of Organizational Change: Supply Chain Orientation From a Manager's Perspective. *Journal of Business Logistics*. Vol.33, Iss 1., 4-19.
- Ortiz González, J. (2011). *Caracterización del sector de la construcción en España y análisis de la filosofía de gestión LEAN como estrategia para la mejora de su competitividad (Trabajo de investigación Máster de Ingeniería de Organización y Logística)*. Madrid: Universidad Carlos III.
- Oviedo-Haito, R., Jiménez, J., Cardoso, F., & Pellicer, E. (2014). Survival Factors for Subcontractors in Economic Downturns. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Palacios, J. (2010). *Criterios de selección y procedimientos para implementación de modelos de gestión en la relación con terceros en la construcción*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Palacios, J., Gonzalez, V., & Alarcon, L. (2011). Model for the Evaluation of Owner's Management Approach to Third Party Relations: Lessons From the Mining Industry. *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Lima: Rooke, J. & Dave, B.
- Palacios, J. L., Gonzalez, V., & Alarcón, L. F. (2013). Selección de Formas de Relación con Terceros. *Journal of Construction Engineering and Management* 140.4.
- Pellicer, E., & Victory, R. (2006). Implementation of project management principles in spanish residential developments. *International Journal of Strategic Property Management*, 10:4, 233-248.

- Pellicer, E., Sanz, A., Esmaeili, B., & Molenaar, K. (2014). Collaborative behavior in the Spanish building industry: a preliminary analysis of the dataset. *18th International Congress on Project Management and Engineering*. Alcañiz.
- PMcM. (2010). *Estudio "La morosidad del sector privado en España"*. Madrid: Plataforma multisectorial contra la morosidad.
- PMcM. (2016). *Asamblea General Ordinaria 28 de Enero de 2016*. Madrid: Plataforma Multisectorial Contra la Morosidad.
- Poirier, C., & Reiter, S. (1996). *Supply Chain Optimisation: Building the Strongest Total Business Network* (Vol. I). San Francisco, USA: Berret-Koehler.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- Project Management Institute. (1987). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*. Philadelphia: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2000). *Construction Extension to the PMBOK Guide*. Pennsylvania: Project Management Institute (PMI).
- Proverbs, D., & Holt, G. (2000). Reducing construction costs: European best practice. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6, 149-158.
- Quintana, E. (1976). La economía del Estado en la "Riqueza de las Naciones" y en las Naciones de nuestro tiempo. *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*. No. 53, 249-265.
- Rahman, M., & Kumaraswamy, M. (2005). Relational Selection for Collaborative Working Arrangements. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, Nº. 10, 1087-1098.
- Rezgui, Y., & Miles, J. (2010). Exploring the Potential of SME Alliances in the Construction Sector. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(5), 558–567.

- Robinson, C., & Malhotra, M. (2005). Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice. *Int. J. Production Economics* 96, 315–337.
- Saad, M., & Jones, M. (1998). Improving the performance of specialist contractors in construction through a more effective management of their supply chains. *Seventh International IPSERA Conference*, (pág. 453). London.
- Saad, M., Jones, M., & James, P. (2002). A review of the progress towards the adoption of supply chain management (SCM) relationships in construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8.3, 173-183.
- Sanz, V., Torres, E., Guerrero, C., & Juárez, D. (2014). Ingeniería concurrente en la edificación. *3C Tecnología (Edición núm. 9) Vol.3 – Nº 2*, 100-110.
- Schöttle, A., & Gehbauer, F. (2013). Incentive Structure in Public Design-Bid-Build Tendering and its Effects on Projects. *Proceedings IGLC 22* (págs. 227-236). Fortaleza, Brazil: International Group for Lean Construction.
- Schöttle, A., Haghsheno, S., & Gehbauer, F. (2014). Defining Cooperation and Collaboration in the Context of Lean Construction. *Proceedings IGLC-22* (págs. 1269-1280). Oslo, Norway: International Group for Lean Construction.
- Scott-Morton, M. (1991). *The Corporation of the 1990s. Information Technology and Organizational Transformation*. New York: Oxford University Press.
- Segerstedt, A., & Olofsson, T. (2010). Supply chains in the construction industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15 Iss 5 pp. 347 - 353.
- SEOPAN. (2013). *Informe Económico 2012 de la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional*. Madrid: ANCOP.
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management* 25, 785–805.
- She, L.-Y. (2013). Trust, mistrust and distrust in alliancing. *Procs 29th Annual ARCOM Conference* (págs. 1001-1011). Reading, Gran Bretaña: Smith, S.D and Ahiaga-Dagbui, D.D.

- Shin, T.-H., Chin, S., Yoon, S.-W., & Kwon, S.-W. (2011). A service-oriented integrated information framework for RFID/WSN-based intelligent construction supply chain management. *Automation in Construction*. Vol 20, Issue 6, 706–715.
- Shingo, S. (1988). *Non-Stock Production*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain*. New York.: McGraw-Hill/Irwin.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing & Managing the Supply Chain*. McGraw-Hill.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: W. Strahan & T. Cadell.
- Sommerville, J. (1994). Multivariate barriers to total quality management within the construction industry. *Total quality management*, 5(5), 289-298.
- Stadtler, H. (2005). Supply chain management and advanced planning—basics, overview and challenges. *European Journal of Operational Research* 163, 575–588.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction* 18.3 , 357-375.
- Tam, V., Shen, L., & Kong, J. (2011). Impacts of multi-layer chain subcontracting on project management performance. *International Journal of Project Management* 29, 108–116.
- Taylor, J., & Bernstein, P. (2009). Paradigm Trajectories of Building Information Modeling Practice in Project Networks. *Journal of Management in Engineering*, 25(2), 69–76.
- Taylor, J., & Bjornsson, H. (1999). Construction supply chain improvements through internet pooled procurement. *Proceedings IGLC-7*, (págs. 207-217). Berkeley, CA.
- Tennant, S., & Fernie, S. (2012). The commercial currency of construction framework agreements. *Build Res Inf*. 40, 39–48.
- Tennant, S., & Fernie, S. (2014). Theory to practice: A typology of supply chain management in construction. *International Journal of Construction Management*, 14(1), 56-66.

- Tennant, S., Fernie, S., & Murray, M. (2014). The myth of best practice through the lens of construction supply chain management. *30th Annual ARCOM Conference and Annual General Meeting*. Plymouth.
- The American Institute of Architects. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Washington: The American Institute of Architects.
- Thompson, J. (1967). *Organizations in action : social science bases of administrative theory*. New York : McGraw-Hill.
- Thompson, P., & Sanders, S. (1998). Peer-reviewed paper: Partnering continuum. *Journal of Management in Engineering*, 14(5), 73-78.
- Thunberg, M., & Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control: The Management of Operations* (25), 13-14.
- Thunberg, M., Rudberg, M., & Gustavsson, T. (2014). Identifying and positioning construction supply chain planning problems. *30th Annual ARCOM Conference* (págs. 1069-1078). Portsmouth, UK: Association of Researchers in Construction.
- Toolanen, B., & Olofsson, T. (2006). Relational Contracting and Process Design Promoting Cooperation. *Proceedings IGLC-14,,* (págs. 191-203). Santiago, Chile.
- Tukel, O., & Rom, W. (1998). Analysis of the characteristics of projects in diverse industries. *Journal of Operations Management* 16, 43-61.
- Tunstall, G., & Valderrama, F. (2009). *Managing the Building Design Process*. Oxford: Butterworth - Heinemann (Reverte Ed. Española).
- Tyler, P. (2010). Benefits of Design/Build. *Building & Construction Midsouth*, 14 - 15.
- Ullrich, C. (2014). *Issues in Supply Chain Scheduling and Contracting*. London: Springer.
- Venters, W., Cornford, T., & Cushman, M. (2005). Knowledge about Sustainability:SSM as a Method for Conceptualising the UK Construction Industry's Knowledge Environment. *Journal of Computing and Information Technology - CIT* 13, 137-148.

- Von Bertalanffy, L. (1950). The theory of open systems in physics and biology. *Science*. Vol.111, 23-29.
- Voordijk, H. (2000). The changing logistical system of the building materials supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20 Iss 7, 823 - 841.
- Voordijk, H., de Haan, J., & Joosten, G.-J. (2000). Changing governance of supply chains in the building industry: a multiple case study. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 6, 217-225.
- Vrijhoef, R. (1998). Co-makership in construction: towards construction supply chain management. *MSc thesis*. Espoo: Delft University of Technology.
- Vrijhoef, R. (2011). *Supply chain integration in the building industry*. Amsterdam: IOS Press.
- Vrijhoef, R., & De Ridder, H. (2005). Supply chain integration for achieving best value for construction clients: client-driven versus supplier-driven integration. *Proceedings QUT Research Week* (págs. 4-6). Brisbane: Queensland University of Technology.
- Vrijhoef, R., & De Ridder, H. (2007). Supply chain systems engineering in construction. *Proceedings CIB World Building Congress*, (págs. 279-291). Cape Town.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6(Special Issue), 169-178.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2005). Revisiting the three peculiarities of production in construction. *Proceedings of 13th International Group for Lean Construction Conference*. (págs. 19-27). Sydney: Kenley, R.
- Vrijhoef, R., Koskela, L., & Howell, G. (2001). Understanding Construction Supply Chains: An Alternative Interpretation. *Proceedings of 9th International Group for Lean Construction Conference*. (págs. 185-199). Singapore: National University of Singapore.
- Walker, A. (2007). *Project Management in Construction* (5ª ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Walker, D., & Lloyd-Walker, B. (2013). Making sense of collaborative forms of relationship based construction procurement. *Proceedings Engineering Project Organization Conference*. (págs. 9-11). Colorado.: Patricia Carrillo & Paul Chinowsky.

- Williamson, O. (1975). *Markets and Hierarchies. Analysis and Antitrust Implications*. New York: Macmillan Publishing CO.
- Williamson, O. (1979). Transaction-Cost Economics: The Governance of Contract Relations. *Journal of Law, Economics and Organization*, vol. 22, 3-61.
- Williamson, O. (2008). Outsourcing: transaction cost economics and supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 44 (2), 5-16.
- Winch, G. (1998). Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction. *Building Research & Information*, 26:5, 268-279.
- Wolstenholme, A., Austin, S., Bairstow, M., Blumenthal, A., Lorimer, J., McGuckin, S., y otros. (2009). *Never Waste a Good Crisis. A Review of Progress since Rethinking Construction and Thoughts for Our Future*. London: Constructing Excellence in the Built Environment.
- Wolters , M. (2002). *The business of modularity and the modularity of business*.PhD. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Rawson Associates Macmillan.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York, USA.: Rawson Associates/Macmillan.
- Wong, A. (1999). Total quality management in the construction industry in Hong Kong: a supply chain management perspective. *Total Quality Management*, 10(2), 199-208.
- Xue, X., Li, X., & Wang, Y. (2005). An agent-based framework for supply chain coordination in construction. *Automation in construction* 14.3 , 413-430.

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Fig. 1 Esquema de la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo. Fuente: Elaboración propia.</i>	10
<i>Fig. 2 Esquema de la relación entre capítulos y cuestiones planteadas. Fuente: Elaboración propia.</i>	13
<i>Fig. 3 Modelo de Cadena de suministros. Fuente: Poirier & Reiter (1996); extraído de London K.(2004)</i>	15
<i>Fig. 4 Niveles de complejidad de la cadena de suministro. Fuente: Mentzer et al.,(2001).</i>	16
<i>Fig. 5 Estructura de una cadena de suministro típica. Fuente: Azambuja & O’Brien,(2009) adaptado de Lambert et al., (1998).</i>	17
<i>Fig. 6 Principales componentes de la Gestión de la Cadena de Suministro. Fuente: Robinson & Malhotra, (2005).</i>	19
<i>Fig. 7 Evolución de la producción industrial. Fuente: Elaboración propia</i>	21
<i>Fig. 8 Evolución de la Gestión de la Cadena de Suministro. Fuente: Elaboración propia a partir de Simchi-Levi et al., (2008).</i>	25
<i>Fig. 9 Cadena de valor de Porter desde la perspectiva de la cadena de suministro. Fuente: Vrijhoef (2011) adaptado de Porter (1985).</i>	29
<i>Fig. 10 Cronología de las teorías desarrolladas que han influido en la gestión de la cadena de suministro. Fuente: New & Westbrook (2004)</i>	30
<i>Fig. 11 Esquema de subsectores en el sector construcción. Fuente: Elaboración propia</i>	32
<i>Fig. 12 Tipos de proyecto en el proceso de proyecto-construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de Alshubbak,(2010).</i>	33
<i>Fig. 13 Escala temporal de los textos publicados con mayor influencia en el desarrollo de la cadena de suministro entre 1980 y 2000. Fuente: Elaboración propia</i>	38
<i>Fig. 14 Interés académico en la cadena de suministro de los diferentes sectores (2005). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico</i>	42
<i>Fig. 15 Evolución del interés académico en la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico</i>	43

<i>Fig. 16 Evolución del interés académico por “Logistics & Supply Chain Management” (Christopher, 1992). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 17 Interés académico por varios artículos relacionados con la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Google Académico.</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 18 Países en los que se han publicado artículos relacionados con la cadena de suministro de la industria de la construcción hasta el año 2015. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.....</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 19 Las 10 universidades que más documentos aportan al estudio de la cadena de suministro en la industria de la construcción hasta 2015. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.....</i>	<i>46</i>
<i>Fig. 20 Clasificación de autores según el número de textos publicados relacionados con la cadena de suministro en la construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 21 Problemas a través de la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Vrijhoef (1998).</i>	<i>52</i>
<i>Fig. 22 Características de la construcción a nivel de producto, producción e industria. Fuente: Vrijhoef R. ,(2011) adaptado de Vrijhoef & Koskela,(2005).</i>	<i>77</i>
<i>Fig. 23 Configuración típica de una cadena de suministro de la construcción. Fuente: Vrijhoef & Koskela (2000).</i>	<i>82</i>
<i>Fig. 24 Clasificación de la cadena de suministro según los niveles de colaboración. Fuente: Ciancimino et al., (2009).</i>	<i>84</i>
<i>Fig. 25 Dimensión de las empresas del sector de la construcción en el año 2014. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.</i>	<i>89</i>
<i>Fig. 26 Número de Viviendas libres terminadas en España. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Fomento.</i>	<i>92</i>
<i>Fig. 27 Vista conceptual de la cadena de suministro del proyecto. Fuente: O’Brien et al.,(2002)</i>	<i>101</i>
<i>Fig. 28 Subsistemas de la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>102</i>

<i>Fig. 29 Modelo genérico de cadena de suministro en la industria de la construcción. Fuente: McGeorge et al.,(2002) citado en London K. (2004.)</i>	103
<i>Fig. 30 Representación simplificada de la cadena de suministro en un proyecto de construcción. Fuente: BIS (2013a).</i>	104
<i>Fig. 31 El proyecto de construcción en su contexto de red. Fuente: Elaboración propia a partir de Dubois & Gadde,(2000).</i>	107
<i>Fig. 32 Estructura de la cadena de suministro de la construcción para varios clientes. Fuente: Elaboración propia a partir de London K. ,(2004)</i>	109
<i>Fig. 33 Ejemplo de una cadena de suministro de materiales de construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de Taylor & Bjornsson (1999).</i>	111
<i>Fig. 34 Cadena de suministro del hormigón y del acero elaborado para estructuras. Fuente: Elaboración propia.</i>	112
<i>Fig. 35 Tipos de empresas de una cadena de suministro de la construcción. Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de la cadena de suministro de Vrijhoef & Koskela(2000).</i>	115
<i>Fig. 36 Niveles de subcontratación permitidas por la Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	120
<i>Fig. 37 Estrategias de la Cadena de Suministro. Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra & Romme,(1992).</i>	125
<i>Fig. 38 Diferentes tipos de producción en la construcción de edificios según el momento de la demanda. Fuente: Elaboración propia a partir de Bossink & Vrijhoef (2009).</i>	128
<i>Fig. 39 Proceso lineal de diseño-licitación-construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	131
<i>Fig. 40 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Diseño-licitación-construcción. Fuente: (Crites, 2007).</i>	132
<i>Fig. 41 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Múltiples contratos. Fuente: Elaboración propia.</i>	135
<i>Fig. 42 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Dirección integrada de proyectos. Fuente: Elaboración propia.</i>	136
<i>Fig. 43 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Dirección integrada de proyectos con múltiples contratos. Fuente: Elaboración propia.</i>	136

<i>Fig. 44 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	137
<i>Fig. 45 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción con Proyecto de Ejecución a cargo del contratista. Fuente: Elaboración propia.</i>	138
<i>Fig. 46 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Diseño-Construcción. Fuente: (Crites, 2007).</i>	139
<i>Fig. 47 Estructura y calendario del método de entrega de proyectos Construcción por Administración. Fuente: (Crites, 2007).</i>	143
<i>Fig. 48 Escuelas de pensamiento que buscan la mejora de la cadena de suministro. Fuente: Elaboración propia a partir de London et al. (1998).</i>	161
<i>Fig. 49 Lean Project Delivery System. Fuente: Ballard (2008)</i>	167
<i>Fig. 50 Formas de relacionarse entre los agentes del proyecto. Fuente: Thompson & Sanders (1998)</i>	172
<i>Fig. 51 Categorización de las formas de colaboración en la entrega de proyectos. Fuente: Walker & Lloyd-Walker (2013)</i>	173
<i>Fig. 52 Comparación de la relación Cliente/Contratista. Fuente: Palacios J.,(2010).</i>	177
<i>Fig. 53 Evolución de la relación con terceros. Fuente: Palacios et al., (2013).</i>	178
<i>Fig. 54 Actores que integran IPD. Fuente: Elaboración propia a partir de Pons (2014)</i>	179
<i>Fig. 55 Esquema del Integrated Project Delivery. Fuente: The American Institute of Architects (2007)</i>	180
<i>Fig. 56 Sistemas de demanda y oferta en la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Vrijhoef & De Ridder (2005).</i>	204
<i>Fig. 57 Integradores de la demanda y la oferta en la cadena de suministro. Fuente: Vrijhoef & De Ridder (2005)</i>	207
<i>Fig. 58 La empresa constructora como integradora de la cadena de suministro. Fuente: Elaboración propia a partir de Segerstedt & Olofsson (2010) y Vrijhoef & De Ridder (2005)</i> ...	208
<i>Fig. 59 Organigrama de una pyme constructora. Fuente: Elaboración propia</i>	209
<i>Fig. 60 Estructura del método de entrega de proyectos Diseño-Construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	210

<i>Fig. 61 Configuración de una cadena de suministro para el método de entrega de proyectos Diseño-construcción. Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de Vrijhoef & Koskela (2000).</i>	210
<i>Fig. 62 Estructura del método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	211
<i>Fig. 63 Configuración de una cadena de suministro para el método de entrega de proyectos Gestión en Riesgo de la Construcción. Fuente: Elaboración propia a partir del esquema de Vrijhoef & Koskela (2000).</i>	211

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1 Resumen de factores que determinan la categoría de la empresa. Fuente: Recomendación de la Comisión 2003/361/CE.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2 Clasificación de textos según el tema y el número de citas en Google Scholar. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3 Diferencias entre las industrias de la construcción y otras. Fuente: Vrijhoef y Koskela (2005)</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4 Los problemas en la cadena de suministro de la construcción. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 5 Número de empresas existentes en España en los años 2007 y 2011, según el número de asalariados con el que contaban. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 6 Análisis histórico comparativo de los métodos de entrega de proyectos entre los Estados Unidos y España. Fuente: Pellicer et al., (2014).</i>	<i>144</i>
<i>Tabla 7 Diferencias características entre la entrega tradicional de proyectos y Integrated Project Delivery. Fuente: The American Institute of Architects, (2007)..</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 8 Diferencias características entre las formas tradicionales de gestión de la cadena de suministro y SCM. Fuente: Cooper et al., (1993, leído en Cutting-Decelle et al.,(2007).....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 9 Barreras para la integración de los subcontratistas en la cadena de suministro de la construcción y sus posibles soluciones. Fuente: Dainty et al.,(2001a).</i>	<i>189</i>

ANEXO.

En este Anexo se presenta una relación de los textos utilizados en el análisis del estado del arte, haciendo constar el autor, el año y un breve resumen del tema que tratan.

A. *Los problemas en la cadena de suministro.*

El problema de la cadena de suministro es tratado en la literatura como punto de partida para aportar soluciones. En este campo destacan los siguiente textos:

Latham (1994) realiza un informe encargado por el gobierno de Gran Bretaña para identificar los problemas de la industria de la construcción. Esta se describe como ineficaz, fragmentada e incapaz de satisfacer a sus clientes, con relaciones caracterizadas por actitudes antagónicas entre contratista principal y sus proveedores. También destaca que el sector depende de la licitación para los trabajos subcontratados. Propone que el cliente debe ser el centro del proceso de construcción. En el informe se incluyen 53 recomendaciones para cambiar las prácticas de la industria, entre las que parecen el Partnering y el trabajo colaborativo, con una mayor atención a la gestión de la cadena de suministro.

Vrijhoef & Koskela (2000) determinan que la gestión de la cadena de suministro tiene cuatro cometidos específicos en la construcción. Las conclusiones son tres: la construcción tiene una gran cantidad de residuos y problemas; la mayoría de problemas son causados en etapas de la cadena de suministro anteriores a la que son detectados; los residuos y problemas se deben al control obsoleto, miope, de la cadena de suministro de la construcción.

BIS (2013b) es un estudio realizado a petición del gobierno de Gran Bretaña, sobre la estructura de la cadena de suministro de la construcción. Mediante encuestas a expertos del sector se identifican los problemas y se proponen acciones para mejorar la competitividad de las empresas constructoras.

Oviedo-Haito et al., (2014) analizan las cuestiones clave a las que se enfrentan los subcontratistas en el contexto de una grave crisis económica, con el objetivo de detectar los factores críticos para la supervivencia de los subcontratistas.

B. *Las causas de los problemas.*

Groák (1994) caracteriza como inapropiado asimilar la construcción a las diversas formas de la industria manufacturera. Características del proceso de construcción fueron tratadas como

"problemas", para cuya solución se han destinado energías sustanciales innecesariamente. Un énfasis más fructífero podría ser considerar la industria de la construcción como aglomeraciones de proyectos, en lugar de como una industria discreta o una constelación fija de empresas. Se introduce la idea de la "cadena de la demanda".

Atkins (1994) realiza un informe para analizar el sector de la construcción en Europa a principios de los 90. En el mismo se indican las estrategias a largo plazo necesarias para mejorar la calidad y la competitividad del sector de la construcción europeo.

Hinze & Tracey (1994) supone el primer estudio exploratorio sobre la subcontratación en la construcción. Se investigó sobre los diversos métodos utilizados por los contratistas para trasladar el riesgo a los subcontratistas.

Cox & Thompson (1997) tratan las relaciones contractuales en el sector de la construcción, examinando cómo pueden estar vinculadas con medidas positivas que fomenten la colaboración.

Cox & Townsend (1998) examinan la adecuación de las estrategias de adquisición en ciertas situaciones. Argumentan que las organizaciones deben desarrollar las cadenas de suministro para ofrecer mejoras de rendimiento.

Egan (1998) elabora un informe en Gran Bretaña, cuatro años después del informe Latham, en que destaca la estructura fragmentada de la industria como uno de los males. A partir de este informe, en Gran Bretaña, se incrementó la utilización de partnering y acuerdos de alianzas estratégicas.

London & Kenley (1999) desarrollan un argumento teórico para la inclusión del cliente en la cadena de suministro. Se presta atención a la comprensión de las interdependencias y la estructura subyacente de las cadenas de suministro y las prácticas de la industria.

Voordijk et al., (2000) explican como la desregulación ha contribuido a una variedad de formas jerárquicas en la organización de las cadenas de suministro de la construcción.

London & Kenley (2001) examinan la fusión de los conceptos de cadena de suministro junto al modelo de organización industrial como metodología para comprender la conducta y estructura de la industria.

Dainty et al., (2001a), realizan una investigación sobre el papel de las PYMES, subcontratistas y proveedores de materiales, en las cadenas de suministro de la construcción. Demuestran la existencia de importantes barreras a la integración de proveedores dentro del sector de la construcción, consecuencia del escepticismo sobre las prácticas de gestión de la cadena de suministro.

Dainty et al., (2001b) examinan las perspectivas de subcontratistas en alianzas dentro de la cadena de suministro, y sacan a la luz su desconfianza y escepticismo dentro de las relaciones existentes.

Cox & Ireland (2001) introducen el argumento de que existe una considerable evidencia de mala gestión dentro de la industria de la construcción. Pretenden proporcionar a los profesionales un marco teórico para comprender la estructura de la industria y sus cadenas de suministro; los atributos del comprador y el poder de los proveedores; la conveniencia de ciertas relaciones según la posición de la empresa dentro de la cadena de suministro; y, las circunstancias en las que un enfoque integrado de la cadena de suministro puede ser implementado con éxito.

Dubois & Gadde (2002) analizan en diferentes dimensiones los acoplamientos entre las actividades, recursos y actores. Concluyen que el patrón de acoplamientos parece favorecer a corto plazo la productividad, al tiempo que dificulta la innovación y el aprendizaje.

London K. (2004) estudia los modos de adquisición que se dan en la cadena de suministro en la construcción, siguiendo seis proyectos de construcción en Australia. Ocho mapas de organización estructural de los productos clave de la industria de la construcción describen los canales típicos de acuerdo. Concluye que la percepción de la industria como de riesgo fragmentado, no estructurada e impredecible, es una visión simplista de lo que es en realidad un complejo conjunto de variados y numerosos mercados con grados de previsibilidad. Contrariamente a la visión tradicional, la adquisición es una actividad estratégica.

Love et al., (2004) proponen un modelo de gestión de la cadena de suministro que integre los procesos de diseño y construcción.

Fernie & Thorpe (2007) exploran el proceso de cambio dentro de las organizaciones en el sector de la construcción relacionado con el contenido del cambio solicitado por los reformadores como Egan y Latham.

Segerstedt & Olofsson (2010) señalan algunas diferencias, y las posibles similitudes, entre la industria de la construcción y la gestión de su cadena de suministro, y la fabricación tradicional.

Bankvall et al., (2010) argumentan sobre la problemática de aplicar modelos SCM desarrollados para otros tipos de industria, en general la del automóvil, para su uso en la industria de la construcción. Los inconvenientes se deben a que estos modelos enfatizan en la integración de actividades que están sujetas principalmente a interdependencias secuenciales, mientras que el patrón de interdependencias que se da en la construcción es muy diferente.

Hartmann & Caerteling (2010) examinan la importancia relativa de los precios y la confianza y su interacción en la selección del subcontratista. Por un lado, en las relaciones repetidas los contratistas principales se vuelven más confiados al juzgar el desempeño de los subcontratistas. El nivel de confianza aumenta y finalmente afecta a la selección de proveedores. Por otro lado, los precios favorables son un requisito previo para la confianza, para convertirse en la elección correspondiente. Además, la calidad con que los subcontratistas han realizado trabajos, los conocimientos técnicos y la cooperación en el pasado, finalmente explica si se eligen o no.

C. Las soluciones planteadas.

Green S. D. (2011) analiza y desafía en su libro las técnicas y herramientas desarrolladas en las últimas décadas para contribuir a la mejora del sector construcción.

Fernie & Tennant (2013) examinan el grado de adopción de los conceptos difundidos para la mejora de la cadena de suministro en el sector de la construcción.

Tennant et al., (2014) exploran la utilidad de las mejores prácticas a través de la lente de la gestión de la cadena de suministro de la construcción. Mientras que los defensores de las mejores prácticas en la cadena de suministro están dispuestos a afirmar la posibilidad de escenarios de ganar-ganar, los escenarios ganar-perder siguen siendo mucho más comunes.

Fulford & Standing (2014) realizan estudios de caso a partir de los que se concluye que: la industria de la construcción carece de fuerza para crear una red de organizaciones que generen confianza; los procesos de diseño deben incluir tanto la ingeniería de valor como el ciclo de vida de los costes; los procedimientos y la información deben estandarizarse; y debería hacerse más énfasis en el valor.

Azambuja et al., (2014) realizan estudios de caso sobre las prácticas de aprovisionamiento y cadena de suministro implementados en fases tempranas de proyectos. Los hallazgos contradicen a la literatura que impulsa las alianzas estratégicas con proveedores, pero están de acuerdo con las adquisiciones estratégicas en fase de proyecto antes de la contratación tradicional y después de la ingeniería.

i. La planificación y la producción.

Koskela (1992) critica los conceptos de la construcción tradicional y los reinterpreta basándose en la nueva filosofía de producción (Lean Production). Se analizan los desafíos que supone la implementación de la nueva filosofía. Aunque no se trata específicamente el tema de la cadena de suministro, tuvo gran influencia en toda la investigación desarrollada posteriormente.

Sommerville (1994) describe los problemas de un sistema de calidad como TQM (Total Quality Management) aplicado a un sector que se caracteriza por sus problemas históricos relacionados con la calidad. Es necesario tener en cuenta el factor humano, especialmente los distintos tipos de personalidades existentes, para obtener el éxito en la implantación de un sistema TQM.

Ballard (1994), con el fin de evitar la incertidumbre y la variabilidad, propone una nueva forma de planificar los trabajos en la construcción, The last planner. El sistema propuesto está fundamentado en la planificación realizada por las personas más cercanas a la ejecución, con planes semanales de trabajo; y en el control de los objetivos, a través del porcentaje del plan completado y el estudio de las causas de trabajos no realizados. Este enfoque de planificación persigue el compromiso de la gente.

Ballard & Howell (1995) proponen una estrategia para implementar JIT en la construcción.

Bertelsen & Nielsen (1997) describen el enfoque JIT aplicado a la construcción. Detallan varios ensayos realizados, de los que se concluye que el sobrecoste producido por entregas de materiales sin completar las cargas en el transporte se compensa con los ahorros que se producen en la obra.

Ballard & Howell (1998) defienden la idea de que la construcción es un tipo de producción fundamentalmente diferente; que por mucho que se pretenda asemejar a la fabricación,

existe un resto irreductible. Para los autores, la construcción puede estar entre las industrias de vanguardia en la filosofía Lean.

Howell (1999) revisa los orígenes de la producción ajustada y la reivindica como una nueva forma de gestión de la producción. Considera la aplicabilidad de Lean en la construcción, comparándola con la práctica actual que se centra en las actividades y no considera el flujo y el valor.

Wong (1999) resume la aplicación de TQM en una empresa constructora, que como contratista general a menudo subcontrata la mayor parte de los trabajos de construcción a otros miembros de la cadena de suministro, es decir, sus proveedores y subcontratistas, por lo que debe extender su gestión de calidad a lo largo de toda la cadena.

Koskela (2000) aboga por la utilización de la teoría TFV de la producción en la construcción. La teoría explica los problemas en la construcción contemporánea, y sugiere soluciones que aportan mejoras en la eficiencia.

Ballard (2000) extiende en su tesis la aplicación del sistema Last Planner, mediante estudios de casos, tanto al proceso de diseño como a la construcción.

Ballard & Howell (2003) presentan un modelo de gestión de proyectos Lean, y contrastan Lean y los enfoques tradicionales.

Naim & Barlow (2003) estudian la potencial aplicación de las técnicas Lean y Agile en la construcción desde una perspectiva de la cadena de suministro. Concluyen que las cadenas de suministro de la construcción de viviendas tienen que ser diseñadas de acuerdo a los objetivos, bien sea el bajo coste o la flexibilidad o una combinación de los dos.

Ballard (2005) critica a los que conciben la construcción como un tipo de fabricación, y plantea un enfoque de sistema de producción para la construcción.

Fearne & Fowler (2006) efectúan estudios de casos de aplicaciones de Lean Construction. En algunos casos la aplicación fue lógica y obtuvieron resultados en ahorros de costes, pero en otros eran ilógicas y el resultado fue la reducción de los niveles de respuesta y la flexibilidad para responder a la incertidumbre que es una característica de la mayoría de los proyectos de construcción.

Ballard (2008) presenta el sistema de gestión integral de proyectos, con la aplicación de la filosofía Lean, para todo el ciclo de vida del proyecto. Establece una serie de etapas en el proyecto: definición, diseño, suministro, ejecución, y uso y mantenimiento del edificio. Cada etapa del proyecto consta de tres pasos que se solapan, con lo que cada fase del proyecto tiene un impacto sobre la siguiente y está influida por la anterior.

Bygballe & Jahre (2009) estudian cómo se logra la creación de valor en la práctica de la construcción mediante el equilibrio de las necesidades tanto del proyecto y la cadena de suministro.

ii. El flujo de materiales.

Agapiou et al., (1998a) describen el desarrollo de un modelo de logística para gestionar el flujo de materiales desde los proveedores hasta la instalación in situ y su aplicación a un proyecto danés de construcción de viviendas. El estudio de caso sugiere que el objetivo principal del concepto de logística en la construcción es mejorar la coordinación y la comunicación entre los participantes del proyecto durante las fases de diseño y construcción, sobre todo en el proceso de control de flujo de materiales. Este enfoque también implica un nuevo papel para los proveedores de materiales, incluyendo la participación temprana en la fase de diseño y la responsabilidad general de la circulación de la información relativa a los materiales.

Agapiou et al., (1998b) analizan la importancia de los distribuidores de materiales para la cadena de suministro de la construcción.

Olsson (2000) realizó un estudio sobre la logística en la construcción en Suecia, en la que se incluye un estudio de caso de una obra de construcción de viviendas con un enfoque más industrial y con el cliente como punto focal del proyecto. La forma de suministrar materiales a la obra se contempla como una fuente importante de mejora y ahorro para el sector.

iii. La gestión de las relaciones.

Larson (1995) realiza un estudio de 280 proyectos de construcción en los que se ha utilizado métodos de asociación. Los resultados indican que los proyectos logran mejoras en el control de costes, el rendimiento técnico, y en la satisfacción de los clientes en comparación con los proyectos gestionados de forma tradicional.

O'Brien (1999) analiza la fragmentación del proceso de construcción y la baja productividad asociada, apostando por la asociación para hacerles frente.

Bresnen & Marshall (2000b) examinan nueve proyectos de construcción de mediano y gran tamaño en los que analizan los procesos de colaboración desde el punto de vista de los clientes, contratistas, diseñadores y subcontratistas. Estos estudios de caso junto a la revisión crítica de la literatura realizada en otro artículo anterior (Bresnen & Marshall, 2000a) sirven para extraer conclusiones, en contraste con la mayoría de los trabajos anteriores, sobre algunos de los problemas prácticos, las limitaciones y las paradojas de partnering y alliancing cuando se tienen en cuenta los factores económicos, organizativos y psicológicos.

Proverbs & Holt (2000) presentan un modelo para minimizar los costes de mano de obra de la construcción basado en las mejores prácticas europeas, y discuten las implicaciones de tales en las cadenas de suministro. Abogan por el uso de alianzas estratégicas.

Akintoye et al., (2000) presentan el resultado de la investigación realizada sobre la gestión de la cadena de suministro a nivel de contratistas. La conclusión es que se han producido acuerdos de colaboración entre contratistas, proveedores y clientes que han permitido la aplicación de SCM en la construcción.

Briscoe et al. (2001) examinan los requisitos para crear asociaciones, y las habilidades de las pequeñas y medianas empresas para el desarrollo de las cadenas de suministro del sector construcción.

Saad et al., (2002) efectúan una revisión de la literatura y una encuesta de las opiniones de los profesionales de la construcción sobre la adopción de la gestión de la cadena de suministro (SCM). Concluyen que se necesitan una mejor comprensión conceptual de la misma y enfoques nuevos y más sistemáticos para su implementación.

Love P. et al., (2002) consideran que las relaciones de cooperación pueden ser utilizadas para conseguir ventajas competitivas en los proyectos de construcción.

Briscoe et al. (2004) examinan el papel del cliente en la obtención de un mayor grado de integración de la cadena de suministro, demostrando que los clientes son factores clave de la mejora del rendimiento y la innovación, y lo más importante en el logro de la integración en la cadena de suministro.

Blismas et al., (2004) investigan sobre la gestión de carteras de múltiples proyectos en la construcción. Este tema no ha sido tratado en la construcción, donde los proyectos se tienden a gestionar siempre de forma individual.

Cox A. (2004) analiza las opciones y las circunstancias que existen en las relaciones de abastecimiento entre compradores y proveedores para gestionar sus relaciones, desde los extremos con relaciones ganar-ganar hasta una de ganar-perder. Concluye que muy pocas empresas en la construcción logran una posición en la que pueden liderar una red basada en relaciones de colaboración a largo plazo.

Briscoe & Dainty (2005) investigan los problemas encontrados al tratar de integrar las cadenas de suministro de la industria de la construcción de Gran Bretaña. Los resultados revelan que el gran número de socios de la cadena de suministro y el importante nivel de fragmentación, limitan los niveles de integración alcanzables. Sin embargo, identifican algunos principios clave a seguir si el objetivo de la integración, difícil de alcanzar quiere ser logrado.

Green et al., (2005) analizan cómo se promulgó SCM en los sectores de la construcción y aeroespacial. El uso creciente de acuerdos marco en el sector de la construcción, potencialmente proporciona un clima mucho más favorable para la cadena de suministro, su éxito dependerá de que pueda lograrse un flujo de trabajo regular.

Kumaraswamy et al., (2005) estudian la industria de la construcción en Hong Kong para identificar los factores críticos que promueven la contratación relacional. La confianza es percibida como el factor clave para la contratación relacional. Una cultura apropiada es necesaria, por lo que se establece la necesidad de una “revolución cultural”.

Vrijhoef & De Ridder (2005) estudian la integración de la cadena de suministro, desde el punto de vista del cliente y del proveedor, para permitir enfoques multi-proyecto y conseguir mayores niveles de eficiencia y eficacia. Concluye que son diferentes caminos los que existen para la integración, con nuevos tipos de estrategias de adquisición y entrega.

Matthews & Howell (2005) describen Integrated Project Delivery (IPD) como un innovador sistema contractual que alinea los intereses de todos los contratistas con los objetivos del sistema Lean.

Baiden et al., (2006) exponen el resultado del trabajo de investigación realizado sobre la integración alcanzada por los equipos de proyectos de construcción. Concluyen que los

equipos totalmente integrados no son necesarios para la ejecución eficaz de los proyectos y que el sector necesita superar barreras organizativas y de conducta para conseguir los beneficios de la integración.

Cox et al., (2006) abogan por relaciones de asociación a largo plazo en la cadena de suministro solamente en determinados casos, sosteniendo que la mayoría de las relaciones seguirán siendo a corto plazo y en condiciones de mercado relativamente oportunistas.

Bresnen M. (2007) trata las relaciones de asociación, con el propósito de avanzar hacia una comprensión más realista de las complejidades que suponen estas relaciones.

Lee et al., (2009) realizan un estudio basado en la teoría de los costes de transacción, con el que muestran que los costes de transacción en los que incurre el contratista general y subcontratistas varían en función del tipo de relación establecida. Proponen directrices prácticas para elegir el tipo de relación más apropiado.

Bygballe et al., (2010) examinan la literatura sobre partnering en la construcción. La revisión de la literatura revela una tendencia a centrarse en partnering en el dúo cliente y contratista y también hay un énfasis en las herramientas formales para desarrollar estas relaciones. Dos perspectivas que parecen particularmente interesantes son Gestión de Cadena de Suministro (SCM) y el Enfoque Red Industrial (INA), ambos se centran en las relaciones a largo plazo entre los actores.

Kent & Becerik-Gerber (2010) realizan una investigación que proporciona datos concretos sobre el conocimiento y la experiencia de los profesionales de la construcción con respecto a IPD, así como sus opiniones sobre sus beneficios y problemas como un método de entrega de proyectos.

Lönngren et al., (2010) presentan un estudio de caso de una alianza estratégica entre empresas alemanas con el objetivo de cubrir todo el ciclo de vida de un edificio, desde su planificación hasta la gestión final de la instalación. El estudio demuestra los beneficios de SCM en la construcción, destacando como los principales factores la comunicación centralizada, la responsabilidad de los procesos operativos centralizada, el soporte de TI eficiente en toda la cadena y la confianza entre los socios.

Rezgui & Miles (2010) exploran el potencial de las alianzas en pymes del sector de la construcción, formando organizaciones en redes virtuales.

Vrijhoef R. (2011) defiende en su tesis la integración de la cadena de suministro como forma de aportar mayor estabilidad y un entorno repetitivo en el sector de la construcción, similar al de la industria manufacturera. La premisa es que la cadena de suministro de la edificación funciona mejor cuando más se acerca y re-conceptualiza como una sola unidad.

Hartmann & Bresnen (2011) analizan el resultado de un estudio de caso sobre la asociación entre promotor y contratista. La relación de colaboración contradice y desafía el comportamiento y el estilo de trabajo que los individuos de ambas organizaciones habían interiorizado y han utilizado durante años. El desarrollo de la asociación requiere descartar rutinas y comportamientos antiguos.

Tennant & Fernie (2014) argumentan que las estrategias de gestión de la cadena de suministro se mantienen en gran parte sinónimo de iniciativas de mejores prácticas, tales como asociaciones de construcción, alianzas estratégicas y, más recientemente, los acuerdos marco de la construcción. Estas prácticas se consideran engañosas y empobrecidas. Se pretende presentar nuevas propuestas de gestión de la cadena de suministro en la construcción.

iv. La reingeniería de procesos.

O'Brien et al., (2002) apuntan la necesidad de cadenas de suministro que combinen elementos del modelado analítico de las cadenas, para mejorar la gestión y el rendimiento, con la teoría de la organización industrial, encargada de entender mejor la estructura y las fuerzas del mercado.

Arbulu et al., (2003) proponen la aplicación de las técnicas de reingeniería de procesos y la gestión de la cadena de suministro para eliminar las ineficiencias producidas en la cadena de suministro de la construcción. Se analizan tiempos del ciclo, los costes y el valor añadidos en cada etapa dentro de la cadena.

Green & May (2003) estudian el proceso de reingeniería dentro de la cadena de suministro de la construcción, analizando los distintos factores en donde se puede aplicar y cuáles son las consecuencias.

Vrijhoef & De Ridder (2007) proponen la aplicación de la teoría de sistemas e ingeniería de sistemas como una solución para la sistemática mejora de la cadena de suministro de la construcción.

v. La ingeniería concurrente.

Love & Gunasekaran (1997) presenta el enfoque para importar la ingeniería concurrente, utilizada en la fabricación, a la industria de la construcción. Integrando dentro de un proceso unificado un equipo multidisciplinar.

vi. La modularización y la estandarización.

Barlow et al., (2003) analizan la industria de la construcción japonesa de viviendas pre-ensambladas a partir de componentes estandarizados o sistemas modulares. Se considera que este tipo de construcción es una forma de personalización masiva.

vii. La medición del rendimiento.

Costa et al., (2006) realizan un estudio sobre cuatro iniciativas de Benchmarking realizadas en diferentes países y analizan las lecciones aprendidas y las oportunidades de mejora.

Eom et al., (2008) estudian cómo evaluar el desempeño de los subcontratistas.

Meng (2010) desarrolla un modelo para la evaluación de las relaciones en la cadena de suministro de la construcción, basándose en la literatura y la discusión de un grupo de expertos.

Thunberg & Persson (2014) exponen los resultados de la investigación realizada con la aplicación de la herramienta Supply Chain Operations Reference Model (SCOR) sobre la logística y el proceso de abastecimiento de una obra realizada por una constructora sueca.

viii. La comunicación (Herramientas informáticas).

Taylor & Bjornsson (1999) proponen la utilización de Internet para integrar la información de adquisiciones de múltiples proyectos, partiendo de la base de que las adquisiciones conjuntas conducen a la eficiencia en la fabricación y distribución del material, consiguiendo reducir los costes de adquisición y de transacción.

Vrijhoef et al., (2001) abordan los problemas de la cadena de suministro desde la perspectiva del lenguaje/acción, donde las organizaciones son vistas como redes de compromiso. Analizan Last Planner como un método que fomenta la comunicación.

Cheng et al., (2001) proponen un modelo para una infraestructura de e-business que se puede utilizar para apoyar las actividades de la cadena de suministro en la construcción. Una estructura de red virtual que actúa como un componente de valor agregado de una infraestructura de e-business se utiliza para mejorar la comunicación y la coordinación, y fomentar el intercambio mutuo de recursos entre organizaciones y competencias.

Cutting-Decelle et al., (2007) revisan los principales enfoques que se utilizan en las industrias manufactureras para suministrar la información en la cadena de suministro y analizan la medida en que éstas se han aplicado a la construcción.

Succar (2009) realiza un estudio sobre Building Information Modeling (BIM) en el que identifica muchas piezas conceptuales (campos, etapas, niveles y objetivos) y proporciona ejemplos de su utilización.

Taylor & Bernstein (2009) consideran que la interoperabilidad tecnológica no es suficiente para obtener los beneficios de las tecnologías integradas. Cuando el cambio tecnológico se extiende por las fronteras entre organizaciones en redes de proyectos, las prácticas comerciales entre organizaciones también deben evolucionar y adaptarse a estos cambios. Concluye que las empresas utilizan BIM de diferentes formas: algunas lo perciben como una forma de mejorar la visualización, otras lo consideran para la coordinación, otras como una herramienta analítica, y finalmente otras como un medio para integrar la información del producto en la cadena de suministro.

Gu & London (2010) estudian la utilización de BIM en AEC. La evidencia sugiere que hay diferentes niveles de adopción y por lo tanto la necesidad de una herramienta específica para facilitar la adopción de BIM. Se revela que incluso los líderes del mercado que son adoptadores tempranos de tecnología en la industria australiana, en muchos casos tienen diferentes grados de conocimiento y entendimiento.

Grilo & Jardim-Goncalves (2010), reconocen la interoperabilidad como un problema en el sector AEC debido a las muchas aplicaciones heterogéneas y sistemas normalmente utilizados por los diferentes actores, junto con la dinámica y adaptabilidad necesarias para operar en este sector. En lugar de centrarse sólo en el nivel tecnológico, los autores sugieren que la búsqueda de la solución(es) para el problema de interoperabilidad debe incluir el análisis de una propuesta de valor en el sector AEC, es decir, a nivel de negocio. El uso de BIM como un repositorio central para la información de los proyectos de construcción es prometedor y

puede revolucionar la gestión de la información para un proyecto a lo largo de su ciclo de vida. El modelo puede permitir un mejor acceso a la información del proyecto, mejorar la comprensión y el control del proyecto, y por lo tanto convertirse en una poderosa herramienta de gestión.

Jung & Joo (2011) desarrollan un marco BIM integral que puede servir de base para la evaluación de áreas prometedoras e identificar factores que impulsen la eficacia de BIM a nivel práctico.

Arayici et al., (2011) argumentan que la adopción exitosa de BIM necesita una estrategia de implementación. Introdúcen un enfoque sistemático para la adopción de tecnología BIM, basado en un estudio de caso de aplicación, en estudio de arquitectura (PYME). Muestra una pauta a nivel operativo para otros estudios de arquitectura.

Bryde et al., (2013) exploran, en una muestra de proyectos de construcción que utilizaron BIM, en qué grado el uso de BIM se ha traducido en beneficios. El beneficio más frecuentemente reportado está relacionado con la reducción de costes y el control a través del ciclo de vida del proyecto. También aporta un ahorro de tiempo significativo. Los problemas se centran principalmente en el uso de software BIM.

ix. La gestión del conocimiento.

Venters et al., (2005) proponen un enfoque de sociología del conocimiento como base para entender el potencial de la gestión del conocimiento en la industria de la construcción. Destacan la relevancia de la gestión del conocimiento y del capital humano en esta industria, caracterizada por proyectos que son prototipos, con equipos multidisciplinares y estructuras organizativas temporales, con gran importancia de la experiencia como base para la toma de decisiones. Una adecuada gestión del conocimiento supone una reducción de plazos, costes y mejor gestión de la cadena de suministro.

Capó-Vicedo et al., (2005) sostienen que la gestión del conocimiento en la cadena de suministro va unida a la integración de la cadena de suministro, ya que si no se produce cierto grado de integración, la gestión del conocimiento junto a los proveedores o subcontratistas resulta complicada.