

Las Redes Interorganizacionales como Alternativa Competitiva en las Empresas Constructoras*.

Josep Capó Vicedo¹, Guillermina Tormo Carbó², Francisco Cruz Lario Esteban³

¹ Ingeniero Industrial, Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. Plaza Ferrándiz i Carbonell, 2; 03801 Alcoy (Alicante), pepcapo@omp.upv.es

² Ingeniero Industrial. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia. Plaza Ferrándiz i Carbonell, 2; 03801 Alcoy (Alicante), gtormo@omp.upv.es

³ Doctor Ingeniero Industrial, E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia. Campus de Vera s/n. 46021, Valencia, fcario@omp.upv.es

RESUMEN

El sector de la Construcción está viviendo actualmente importantes cambios, resultando fundamental la innovación en la gestión de los proyectos constructivos. El concepto de Empresa Virtual puede ser aplicado a un grupo de empresas de tal forma que desarrollen enlaces, compartan conocimientos y recursos y colaboren para crear un proyecto constructivo común.

En este artículo se analizará el caso práctico de una red interorganizacional para la construcción de plantas industriales, aplicándose los conceptos de Empresa Virtual. Se conseguirá así la especialización de las empresas constituyentes, con lo que se acelerarán los tiempos de ejecución de obra, al fraccionarse las fases de ejecución y darse la posibilidad de la realización simultánea.

1. Introducción.

El sector de la Construcción tiene unas características peculiares que lo diferencian del resto de sectores industriales; es un sector en el que conviven pasado y presente, aplicándose tanto técnicas artesanales como tecnologías de última generación; es una industria tradicional, reacia a los cambios; el proceso productivo se corresponde a una configuración por proyectos; se elaboran productos únicos y de cierta complejidad, los inputs/outputs son específicos, los recursos se desplazan al lugar de fabricación, siendo su número muy elevado, se trabaja a la intemperie, el plazo de entrega es elevado, el equipo de coordinación realiza el control del proyecto en base a la duración total del mismo, teniendo en cuenta las relaciones de precedencia entre las actividades, el coste de las duraciones parciales de las mismas, el coste de los retrasos y la asignación y reasignación de los recursos.

La incorporación de nuevas tecnologías y formas organizativas en la Construcción se ha producido de forma paulatina, al contrario que en otros sectores en los cuales se han dado verdaderas revoluciones. Dentro del sector, no obstante, debe diferenciarse entre el subsector de la Edificación (residencial e industrial) y el de Obra Civil. Mientras en el primero las principales innovaciones se han dado en los materiales y en los elementos auxiliares de producción, en el segundo y el tercero los cambios son más profundos, afectando tanto a los medios utilizados, como a la propia gestión de los proyectos constructivos.

* Este trabajo se enmarca dentro de la tesis en curso "Propuesta de un Modelo y una Metodología para la aplicación de la Gestión del Conocimiento a la Cadena de Suministro. Aplicación al sector de la construcción."

Este artículo se centra en el subsector de la Edificación Industrial, en concreto se analizará la posible aplicación de una red interorganizacional para la construcción de plantas industriales. En este campo se han experimentado profundos cambios tecnológicos y de gestión.

Entre los primeros cabe citar la incorporación de nuevos materiales, como son las estructuras y cerramientos prefabricados; entre los segundos destaca el paso de una inexistencia de planificación a una planificación propia de proyectos singulares.

Para realizar este estudio se aplicarán los conceptos de Empresa Virtual, indicando las ventajas que este tipo de organización puede aportar a la realización de un proyecto constructivo de estas características, así como los requerimientos funcionales necesarios en cada fase del ciclo de vida de dicha Empresa Virtual.

2. Evolución del Subsector de la Construcción de Plantas Industriales.

Como ya se ha mencionado en la Introducción los principales cambios acaecidos en este subsector se han producido en dos dimensiones principalmente; en el campo tecnológico, con la incorporación de nuevos materiales, y en la forma de gestión de los proyectos.

2.1 Cambios en los materiales.

Hace una década la mayoría de las plantas industriales en España estaban construidas mediante estructura metálica y pared de bloque, sobretudo en cuanto a lo que pequeñas naves se refiere. Sólo algunas empresas empezaban a incorporar lo que era ya habitual en otros países más avanzados; las estructuras y cerramientos prefabricados de hormigón.

Actualmente el abaratamiento de este tipo de materiales, así como las grandes ventajas que presentan (mayor resistencia, posibilidad de luces mayores, rapidez en el montaje, mejores y más duraderos acabados, etc.) está suponiendo su introducción de forma masiva en todo tipo de plantas. En algunas de ellas se realizan tanto la estructura como los cerramientos de hormigón prefabricados, mientras que otras mantienen la estructura metálica, incorporando únicamente los cerramientos prefabricados.

Estos materiales implican un cambio radical en el proceso constructivo, ya que, una vez preparado el terreno y las cimentaciones, llegan los materiales preparados, procediéndose directamente a su montaje. Esto ha supuesto la aparición de empresas especializadas en la construcción de este tipo de plantas, las cuales incorporan métodos propios de sectores industriales; fijación de objetivos, optimización de recursos, planificación y programación de los trabajos, establecimiento de presupuestos, control de tiempos y costes, etc.

2.2 Evolución en la Gestión de Proyectos Singulares.

Tradicionalmente se han realizado los proyectos constructivos de este tipo mediante contratación directa por la Propiedad de un Proyectista, el cual realiza el Proyecto y suele ser también la Dirección Facultativa del mismo, y de un Contratista, el cual se ha encargado de suministrar los equipos y seleccionar y controlar a los subcontratistas que realizan la ejecución material del Proyecto.

En algunos casos la Propiedad contacta con una Consultora u Oficina Técnica externa, la cual gestiona el proyecto en su totalidad, desde la fase de proyecto, hasta la de ejecución,

encargándose de subcontratar cada proceso a una o varias empresas (Outsourcing).

Tanto en un caso como en el otro, las distintas empresas que participan en cada fase del Proyecto no establecen más contacto entre ellas que el estrictamente necesario para la buena marcha del mismo; comunicación de plazos de finalización, problemas surgidos, etc., por lo que no se realiza en ningún momento una coordinación real entre ellas ni un intercambio de conocimiento.

Nos encontramos en este modelo con una **empresa** (Contratista Principal o Consultoría / O. Técnica) **dominante o principal** y una serie de **subcontratas**. La relación entre estos dos grupos está basada en la competición, en cuanto a que la empresa principal busca obtener los precios y tiempos de ejecución más bajos, mediante la estimulación de la competición entre los posibles subcontratistas. Es lo que se define como *“relaciones de longitud de armas entre cliente y proveedor en un clima adverso de desconfianza”* [1].

Además, los contratos entre la empresa dominante y las subcontratas suelen ser puntuales y a corto plazo, por lo que los niveles de información compartida son bajos y el compromiso entre ambas partes prácticamente inexistente.

Este modelo puede ser válido únicamente en un entorno en el cual la calidad final del proyecto constructivo no sea fundamental, ya que lo que se está potenciando de esta forma es el uso de mano de obra no cualificada y materiales de baja calidad, debido a la guerra de costes que genera entre los subcontratistas y a su baja implicación en el proyecto.

2.3 Propuesta de un modelo de gestión avanzado.

Si tenemos en cuenta el tipo de mercado que demanda plantas realizadas con componentes prefabricados de hormigón, nos daremos cuenta que el modelo anterior no es válido, ya que normalmente se tratará de clientes que no buscan productos estandarizados y de bajo coste, sino que son los denominados **Preconsumidores** (*Prosumers*), es decir consumidores que buscan un producto de calidad, personalizado y que se adapte a sus necesidades. Para ello colaborarán de forma activa con la empresa principal en la definición y realización del proyecto constructivo, el cual se convertirá finalmente en un verdadero “producto a medida”, aunque sea a un coste ligeramente superior.

Para conseguir este “producto a medida” es necesario un nuevo modelo de gestión de los proyectos. En concreto ha de conseguirse una implicación total de las subcontratas en el mismo, creando un clima de colaboración y mutua confianza. Esto sólo es posible mediante colaboraciones más estables y duraderas, en las que se instaure una relación de igual a igual entre empresa principal y subcontratas, de forma que se desarrollen enlaces y se compartan conocimientos y recursos. Este modelo es el que se analizará en los siguientes puntos.

3. Constitución de una Red Interorganizacional para la construcción de plantas industriales. Modelo de Empresa Virtual.

3.1 Modelo de Empresa Virtual.

3.1.1 Concepto de Empresa Virtual.

La revisión de la literatura nos aporta muchas definiciones de Empresa Virtual (EV). Una de

las primeras fue presentada por *The Economist* en un artículo del 6 de febrero de 1993: “*Red temporal de empresas que se unen para explotar una oportunidad específica de mercado apoyada en las capacidades tecnológicas de las empresas que forman la red*” [2].

Otras definiciones posteriores son:

“*Consortio o alianza temporal de empresas, formado para reducir costes y aprovechar las oportunidades de un mercado rápidamente cambiante*” [3].

“*Alianza temporal de empresas que se unen buscando compartir conocimientos, competencias básicas y recursos para responder mejor a las oportunidades de mercado, y cuya cooperación se basa en las TIC*” [4].

Todas las definiciones de EV coinciden en definir las como redes de empresas colaboradoras, las cuales actúan como nodos de la misma, aportando cada una lo que sabe hacer mejor que ninguna otra (*Core Business*). Todas ellas operan de cara al cliente como si de una única empresa se tratara. El resultado será la consecución de una estructura de costes óptimos.

Cada vez que se presenta una oportunidad de mercado se configura la EV. Gracias a las estructuras de Sistemas Abiertos y a la utilización de las TIC, se establece una rápida comunicación, con lo que se produce su configuración en tiempo real.

Esta necesidad de una rápida configuración implica que la información fluya horizontalmente a través de los nodos de la red. Todos los participantes potenciales en la EV deben tener acceso al trasfondo de la Información para poder tomar decisiones en consecuencia. Es lo que se denomina **Red de Conocimiento** [5].

3.1.2 Etapas del Ciclo de Vida de una Empresa Virtual.

Se puede generalizar que las fases del ciclo de vida de una Empresa Virtual son cuatro [6]:

1. **Creación:** Esta es la fase inicial, en la cual la EV se crea o configura. En ella se realiza la selección de socios, negociación de contratos, definición de derechos de acceso, definición de mecanismos de unión o abandono, configuración, etc.
2. **Operación:** En esta fase se realizan los procesos de negocio, buscando conseguir los objetivos comunes. En ella se necesitan mecanismos de intercambio seguro de datos, de intercambio de información, gestión de órdenes, planificación y programación, gestión de distribución de tareas, coordinación de tareas, etc.
3. **Evolución:** La evolución es una fase que se presenta durante el funcionamiento de una EV, cuando es necesario añadir o reemplazar algún miembro. Esto puede deberse a algún suceso inesperado como la incapacidad temporal de alguno de ellos, a un aumento de la carga de trabajo, etc.
4. **Disolución:** Esta es la fase en la que la EV finaliza sus procesos de negocio y debe “desmantelarse”. Esta disolución puede darse por dos motivos: la consecución satisfactoria de todos sus objetivos, o la decisión de alguno de sus miembros de parar la ejecución de la EV.

3.1.3 Roles de los participantes en una Empresa Virtual.

Una empresa puede tener distintos roles dentro de una Empresa Virtual, entre los cuales destacan los siguientes [4]:

- **Coordinador de la EV:** Es un nodo especializado en la coordinación de las actividades de la red. Se encarga, entre otras, de las siguientes funciones:
 - Dar asistencia a los nuevos miembros de la EV para instalar y configurar las infraestructuras de soporte
 - Mantener y gestionar la información de la red
 - Reconfigurar la EV, si es necesario y mantener informados a los miembros de la evolución de la misma
 - Supervisar y coordinar las actividades de los miembros de la EV para que se alcancen los objetivos comunes de la misma
 - Supervisar y dar asistencia a los miembros en la fase de disolución de la EV
- **Empresa Miembro:** Empresas constituyentes de los nodos de la EV. Dentro de sus funciones destacan las siguientes:
 - Mantener contactos con los clientes
 - Establecer contactos e interacciones seguras con los otros nodos
 - Organizar sus actividades dentro del proceso global de la EV, de acuerdo con su responsabilidad y carga de trabajo asignadas
 - Gestionar su información buscando lograr sus propios intereses y los de la EV
 - Intercambiar la información y recursos necesarios para la colaboración y programación de la producción con el resto de nodos
- **Broker:** Empresa (no necesariamente el Coordinador de la EV) que inicia o crea la EV y que busca los socios o miembros de la misma.

Según las características de cada red, un mismo miembro puede realizar más de uno de los roles anteriores. Asimismo, los roles de un determinado miembro pueden cambiar, en función de la etapa del ciclo de vida en la que se encuentre la Empresa Virtual.

3.2 Constitución de la Red Interorganizacional.

El proceso de construcción de una nave industrial está constituido por varias etapas, en cada una de las cuales pueden participar una o varias empresas.

La tendencia actual de estas empresas es ir aproximándose cada vez más hacia la especialización. Esto es debido a que los equipos necesarios para realizar los procesos productivos son muy costosos y tienen un período de amortización muy dilatado, lo cual les obliga a plantearse una actividad muy intensiva en uso de capital. Aparecen, pues, empresas ligadas completamente al uso de maquinaria específica de movimientos de tierras, transporte, cimentaciones, estructuras, pavimentos, etc.

Como ya se ha justificado anteriormente, la forma más adecuada para gestionar cada proyecto constructivo ha de ser aquella en la que todas estas empresas se impliquen en el mismo, estableciéndose relaciones de colaboración, por lo que el Modelo de Empresa Virtual se ajusta perfectamente a esta gestión. A continuación se analiza el caso práctico de una red interorganizacional de estas características.

En este caso concreto el Coordinador de la EV y el Broker son un mismo nodo (CEV). Este nodo es el que se encarga de establecer contacto con los clientes potenciales, buscando las oportunidades de mercado.

A continuación se detallan los requerimientos funcionales en cada fase del ciclo de vida de la EV, siguiendo el modelo propuesto por [7].

3.2.1 Fase de Creación.

Una vez se ha detectado una oportunidad de mercado y se llega a un principio de acuerdo con el cliente, se inicia la creación de la EV. Cada proyecto constructivo implicará la creación de una EV, en la cual se integrarán distintas empresas en función de las características particulares del proyecto, de la localización geográfica del mismo, etc. Las etapas principales en las que se descompone esta fase son las siguientes:

1. **Búsqueda de miembros:** Se buscan en esta etapa las empresas más adecuadas para formar parte de la red. Este problema de búsqueda puede descomponerse en dos:
 - a. *Nodos principales o básicos.* Son los responsables de las fases críticas (movimiento de tierras, cimentaciones, montaje de estructuras y cerramientos, realización de cubiertas,...). En este caso el CEV dispone de una base de datos propia con nodos potenciales, eligiendo uno u otro en base a dos criterios principales: localización geográfica del proyecto y carga de trabajo de la empresa en cuestión.
 - b. *Nodos subsidiarios.* Se encargan de procesos menos básicos (trabajos auxiliares, instalaciones,...). En este caso el criterio de selección suele ser únicamente el de la localización geográfica del proyecto, buscándose los nodos potenciales a través de herramientas basadas en TI que accedan directamente a directorios de empresas.
2. **Negociación:** En esta etapa los candidatos potenciales envían sus propuestas al CEV, el cual las analiza y establece las interacciones necesarias entre los nodos y con el cliente, de forma que se llegue a un acuerdo satisfactorio para todas las partes. Es necesario tener diseñado un protocolo de negociación, así como herramientas de ayuda a la toma de decisiones.
3. **Establecimiento de contratos:** Hay dos partes en esta etapa; los contratos preliminares de los miembros para que el CEV elabore la oferta para el cliente, y el contrato real de trabajo, el cual se firma cuando el cliente acepta definitivamente dicha oferta. Una vez se han firmado los contratos preliminares los miembros de la EV deben cooperar para establecer conjuntamente una oferta. En ella deben negociarse y acordarse entre cada miembro y el CEV los roles, responsabilidades y condiciones económicas para cada uno.

En esta primera fase deben configurarse una serie de herramientas que ayuden a configurar la infraestructura de la EV, en base a los acuerdos alcanzados en la fase contractual. Por ejemplo, deben establecerse la información específica y los grados de accesibilidad a la misma para cada nodo, las formas de comunicación entre los nodos, etc.

3.2.2 Fase de Operación.

Una vez establecida la EV empieza la fase operacional, en la cual se dan distintos niveles de interacción entre sus miembros. Las principales funcionalidades necesarias son las siguientes:

1. **Intercambio básico de información:** Dentro de una EV se requiere un nivel mínimo de servicios, como son:

- a. *Mecanismos de intercambio de información*, que soporten el intercambio de información comercial y técnica, principalmente, (planos, cálculos de estructuras, PERTs, listas de materiales, etc.).
 - b. *Interoperabilidad entre estándares de información*. Cualquier miembro de la EV debe ser capaz de recibir, interpretar y generar mensajes en formatos estándar, principalmente en cuanto a lo que a planos y especificaciones técnicas se refiere.
 - c. *Control continuo del rendimiento y progreso de los trabajos*, para conseguir la coordinación de la EV y el trabajo de cada uno de los miembros de la red, previniendo así cualquier dificultad en la realización de las siguientes tareas (coordinación de los montajes de cada una de las partes de la nave).
 - d. *Re-configuración de la EV*. Durante la fase de operación de una EV pueden ocurrir múltiples cambios, como aparición de problemas no previstos en el terreno, problemas con alguna de las empresas miembros de la red, etc., lo cual puede llevar a cambios en las especificaciones, inclusión de nuevos nodos, sustitución de alguno de ellos,...
2. **Control de eventos y excepciones:** Como miembro de una EV, cualquier nodo tiene que ser capaz de actuar como un sistema dirigido por eventos o excepciones, causados dentro de él mismo o en otros nodos de la EV (aumento de plazos motivado por problemas en la preparación del terreno, o por problemas climatológicos,...)
 3. **Coordinación avanzada:** Esta etapa es la que lleva a cabo el Coordinador de la EV. Su misión principal es el control del estado de los diferentes procesos, comparándolos con el Plan definido en los contratos. En el caso de que alguno de los nodos falle en sus plazos o en la ejecución de sus tareas asignadas, la EV debe reconfigurarse para reemplazar esta empresa con otra o ajustarse a los nuevos plazos. Es conveniente disponer de una herramienta de planificación que permita volver a planificar y programar los procesos en estos casos.
 4. **Control de materiales:** Es importante controlar los flujos de materiales en este tipo de EV, puesto que de su adecuada gestión depende que se puedan cumplir los plazos previstos en el montaje de la nave, sobretodo en las etapas de montaje de estructura, cerramientos y cubierta. Alguno de los puntos más importantes a controlar son los siguientes:
 - a. *Logística:* planificar el transporte y el almacenaje temporal es fundamental en este tipo de EV. Hay que tener en cuenta que las estructuras prefabricadas pueden suponer vigas, pilares o placas de gran tamaño, el traslado de los cuales puede hacer necesarios transportes especiales. Hay que estudiar bien los accesos al lugar de montaje, pudiendo ser necesario incluso realizar cortes de tráfico puntuales. También es muy importante analizar dónde se almacenarán temporalmente estos elementos hasta el momento de su montaje, ya que posiblemente ya existan naves colindantes a la que se está montando, y debe de facilitarse el acceso a las grúas con las que se realice el montaje. Es muy importante también que la secuenciación de los materiales esté perfectamente ajustada.
 - b. *Información específica de los materiales:* si tenemos en cuenta que es casi seguro que existan distintos tipos de pilares, vigas y placas en una misma nave, la correcta identificación de cada uno de ellos es fundamental para que el nodo encargado de su montaje lo realice correctamente. Para ello debe de existir una buena coordinación entre dicho nodo y el encargado de suministrar los materiales.

3.2.3 Fase de Evolución.

Esta fase se da cuando se hace necesaria la adición o reemplazo de un miembro de la EV. Los requerimientos funcionales en esta fase han sido ya especificados en las fases de creación y operación.

3.2.4 Fase de Disolución.

En esta última fase del ciclo de vida de una EV son necesarios una serie de requerimientos funcionales, como pueden ser:

1. Definición de las responsabilidades de cada uno de los nodos, una vez disuelta la EV (posibles problemas con la estructura, los acabados, etc.).
2. Establecimiento de las contribuciones individuales a cada parte de la construcción que se ha realizado de forma conjunta, en base al establecimiento de posibles procesos de mantenimiento u operaciones posteriores.
3. Redefinición de los derechos de acceso a la información, una vez disuelta la EV.
4. Generación de información necesaria para facilitar la creación de una nueva EV.

4. Conclusiones.

La propuesta aquí presentada intenta, a través del análisis de un caso concreto, avanzar en la gestión de proyectos de plantas industriales. Para ello, en una primera fase, se han aplicado los conceptos de Empresa Virtual, detectándose así el grado de ajuste de dicho modelo para este subsector. En una segunda fase, se pretende proponer un modelo que de respuesta a las necesidades reales de dicho subsector, lo cual es objeto de una línea de investigación del grupo CIGIP.

Referencias

- [1] Sako, M., (1992) "Price, Quality and Trust: Inter-Firm Relations in Britain and Japan", *Cambridge University Press*.
- [2] Cuesta Fernández, F. (1998) "La Empresa Virtual. La estructura Cosmos. Soluciones e Instrumentos de transformación en la empresa". *Mc Graw Hill*.
- [3] Walton, J.; Whicker, L., (1996) "Virtual Enterprise: Myth & Reality", *J. Control*.
- [4] Camarinha-Mathos, L. M.; Afsarmanesh, H., (1999) "Infrastructures for Virtual Enterprises. 1.The Virtual Enterprise Concept", *Kluwer Academic Publishers*
- [5] Tormo Carbó, G.; Lario Esteban, F.C. (2001) "Cuadernos de Gestión de la Cadena de Suministro. Redes, Empresa Extendida / Virtual. Vol.2", *CIGIP – Editorial UPV*.
- [6] Spinosa, L.M.; Rabelo, R.J.; Klen, A.P., Ferreira, A.C. (1998) "An oriented Decision Support System model for Virtual Enterprise Coordination", *Proceeding of the 10th International IFIP WG 5.2/5.3 Conference, Prolamat'98, Trento, Italy, 1998*
- [7] Camarinha-Mathos, L. M.; Afsarmanesh, H., (1999) "Infrastructures for Virtual Enterprises. 2.Tendencias and General Requirements for Virtual Enterprises", *Kluwer Academic Publishers*
- [8] Ortiz Bas, A. (1988) "Propuesta para el Desarrollo de Programas de Integración Empresarial en Empresas Industriales. Aplicación a una Empresa del Sector Cerámico", T. Doctoral, U.P.V.