

Proyectos de Investigación Europeos del Centro de Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP-UPV)*

Fco-Cruz Lario¹, Ángel Ortiz²

¹Doctor Ingeniero Industrial. Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia. fclario@omp.upv.es

²Doctor Ingeniero Industrial. Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia. aortiz@omp.upv.es

RESUMEN

El Centro de Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP), está desarrollando dos proyectos en el V Programa Marco de la Unión Europea (Programa Growth), V-CHAIN (Virtual Enterprise for Supply Chain Management) y ECOSELL (Extended Collaborative Selling Chain). Aunque cada uno de ellos tiene sus propias particularidades, ambos tratan los temas de Empresa Extendida y Virtual para la Gestión de la Cadena de Suministro.

En estos momentos se está trabajando en:

- ❑ *Gestión de la Cadena de Suministro*
- ❑ *Modelos de Negocio para el desarrollo de Empresas Extendidas y Virtuales (EEV)*
- ❑ *Planificación de la producción colaborativa*
- ❑ *Programación y secuenciación de la producción en EEV*
- ❑ *Tecnologías de la información para EEV*

1. Introducción.

El *Centro de Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP)* desarrolla en la actualidad dos Proyectos RTD dentro del *V Programa Marco* de la Unión Europea [1]. Estos proyectos tratan de combinar dos de las actividades estratégicas que se ha marcado el CIGIP; la Investigación y la Transferencia de conocimientos a las empresas.

En este contexto los proyectos *V-CHAIN* [2] y *ECOSELL* [3] siguen estas pautas apoyándose en varias Líneas de Investigación del CIGIP. El objetivo de esta comunicación es presentar esas líneas de investigación, y como se están articulando en cada uno de los proyectos.

2. El contexto.

EL CIGIP es un grupo que nace para trabajar en temas relacionados con la Gestión e Ingeniería de la Producción, soportándose en áreas afines que tiene una aplicación directa en la Gestión de Producción (GP). Así, desde su creación se han utilizado los *Métodos Cuantitativos* como soporte a muchos de los desarrollos de la GP.

* Este trabajo contiene material derivado del Proyecto Europeo GRD1-2000-25881. V-CHAIN (Virtual Enterprise for Supply Chain Management). Financiado por la Unión Europea dentro del V Programa Marco en el Programa (GROWTH) Competitive and Sustainable Growth.

Actualmente, y derivado por un lado de las experiencias en la Gestión de la Producción, y por otro de Convenios en Empresas, el CIGIP ha estado trabajando en aspectos relacionados con la Gestión de la Cadena de Suministro, de hecho recientemente se ha finalizado el proyecto FEDER-CICYT 1FD1997-1387 “*La Gestión de la Cadena de Suministro en contexto de Integración Empresarial*” [4]. Anteriormente, en el marco del IV Programa Marco y en el Esprit, se participó en el Proyecto *Schumann* (Optimización de la Cadena de Suministro en el contexto de Incertidumbre mediante computación en paralelo) [5] [6]

Los planteamientos relacionados con la Cadena de Suministro, desde un punto de vista teórico, se basan fundamentalmente en un modelo similar al SCOR [7] (Supply Chain Operation Referente Model) (Figura 1).

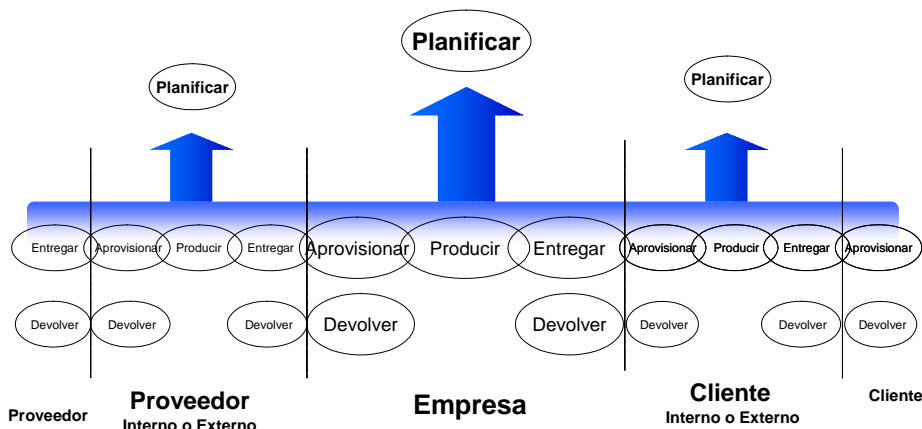


Figura 1: Modelo SCOR

3. Las Líneas Estratégicas.

En el contexto de la Gestión de la Cadena de Suministro, los aspectos que se abordan dentro de los proyectos, y que se derivan directamente de dos de las líneas de investigación clave del CIGIP son los de la *Gestión del Sistema de Planificación y Control de Operaciones*, y los de *Modelización Empresarial*.

3.1 Sistema de Planificación y Control de Operaciones.

En los proyectos reseñados, dentro del esquema típico de un SPCO, la investigación se está centrando en las fases que van desde la *Planificación de la Producción* hasta el establecimiento de la *Secuencia* [7 bis], pasando por la *Planificación Jerárquica*.

Los desarrollos en ambos proyectos van más allá de los planeamientos tradicionales en tanto en cuanto se plantean desde la óptica de la *Empresa Extendida/Virtual*; es decir, en ambos casos se plantea la problemática desde el punto de vista de cómo se ve afectado el SPCO en un *entorno colaborativo*, donde entran en juego las variables y restricciones típicas de esta problemática pero extendidas al contexto de varias empresas que deben de colaborar para ofrecer al cliente un producto con un valor añadido superior al que se le ofrece en la actualidad.

3.2 Modelización Empresarial.

El otro aspecto clave de la Investigación aplicado a los Proyectos europeos es el de la *Modelización Empresarial*. El objetivo es desarrollar *nuevos Modelos de Negocio* para la *Gestión de la Cadena de Suministro*, centrados en la temas tratados en el punto 3.1, pero atendiendo a diversas *vistas* (funcional, informacional, decisional, recursos, etc), y a diversos *niveles de abstracción* (referencia o general, parcial o sectorial y particular o de una empresa concreta), fundamentalmente basados en las Metodologías de *CIMOSA* [8], *PERA* [9], *GRAI* [10], *IE-GIP* [11].

Así se generan Modelos de Negocio, en el ámbito de una *orientación a Procesos de Negocio* (B.P.), relacionados con la Gestión de la Cadena de Suministro en entornos extendidos y virtuales donde también se tienen en cuenta las *Redes Interorganizacionales* [12] [13] [14]; a partir de aquí se profundizan en los Modelos que desde el punto de vista de los sistemas SPCO soportan estos paradigmas.

4. Las Líneas de Soporte.

Como se ha comentado anteriormente en paralelo a las Líneas Estratégicas, el CIGIP desarrolla su investigación y actividad en *líneas de soporte*, cuyo objetivo fundamental es la investigación en áreas que permiten una aplicación más efectiva de los desarrollos realizados en las líneas estratégicas.

En el marco de los proyectos ECOSELL y V-CHAIN, las líneas de soporte son los *Métodos Cuantitativos* y los *Sistemas y Tecnologías de la Información*.

4.1 Los Métodos Cuantitativos.

En el ámbito de los Métodos Cuantitativos se está trabajando en *modelización matemática* tanto para la Planificación, como para la Secuenciación de la producción.

La *Programación Matemática* proporciona el poder de análisis necesario para evaluar problemas complejos de *Planificación Integrada y de la Cadena Logística* [15]. Los modelos de Programación Entera Lineal y Mixta pueden describir muchos de los fenómenos de la Planificación, obteniendo una primera aproximación. La *Programación Entera-Mixta* extiende la capacidad de *localización de recursos* con el fin de considerar *costes no lineales*, así como considerar aspectos no numéricos impuestos por la estrategia.

Otro beneficio importante de la utilización de dichos modelos, en la optimización de la Cadena de Valor, es que proporcionan una *estructura para la organización* de aspectos necesarios para la Toma de Decisiones. Ya aquí se pone de manifiesto el interés, para los directivos, de las adecuadas *Bases de Datos* consistentes en transacciones de enormes cantidades Información, en definitiva *Bases de Datos transnacionales* para disponer del adecuado nivel de Información a la hora de tomar decisiones cada vez más competitivas.

4.2 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

En el ámbito de las Tecnologías de la Información, el planteamiento se centra en herramientas para el soporte a la representación y ejecución de procesos de negocio (*Workflow*), y herramientas para la integración de sistemas tanto Intra-empresariales (*EAI-Enterprise Application Integration*) como Inter.-empresariales (*B2B-Business-to-Business*).

5.1 ECOSELL.

El Proyecto “*Extended Collaborative Selling Chain (ECOSELL-GRD1-2001-40692)*” está en su lanzamiento, por lo tanto en la fase de planteamiento teórico, sin que todavía se haya realizado ningún desarrollo. Los pilotos serán el *cerámico/mueble* y el del *automóvil*. Desde el punto de vista de la Cadena de Suministro, se aborda el estudio de las Cadenas de Suministro completas, es decir cubriendo desde el *Proveedor* hasta el *Punto de Venta*.

Como concepto más innovador se presenta el de la “*Proposición de Valor Extendida*”; este concepto parte de una *concepción centrada en el Cliente* y en el concepto de *producto “pack”*. En el proyecto se entiende como *producto “pack”* aquel que está compuesto por productos de distintos fabricantes, así uno de los pilotos está relacionado con un “pack” representado por un ambiente compuesto por los *muebles de cocina*, el *pavimento y revestimiento cerámico* que le acompaña.

El objetivo es ofrecer al Cliente un valor adicional, venderle el conjunto completo. La tendencia en muchos sectores es que se presenten, al cliente, “packs” creados por diseñadores que generan un producto atractivo. En muchos casos una vez creada la necesidad en el cliente, éste se encuentra con el problema de que necesita comprar a diversos proveedores, con los problemas que ello conlleva (búsqueda de proveedores, recepciones descoordinados, etc.), para tener el conjunto. Si el vendedor es el que ofrece el producto completo, se resuelven los problemas para el cliente; pero el vendedor pasa a tener un problema, el de entregas descoordinadas.

A partir del objetivo: entrega al cliente de un “pack”, el proyecto se centra en su logro de la forma más eficiente posible. Inicialmente se plantea desde el punto de vista de la *coordinación de Cadenas de Valor de distintas empresas*, cuya conjunción generar una propuesta de valor superior a las Cadenas de Valor de cada una de ellas por separado (evidentemente estas Cadenas de valor son extendidas, es decir abarcan a toda la Cadena Logística).

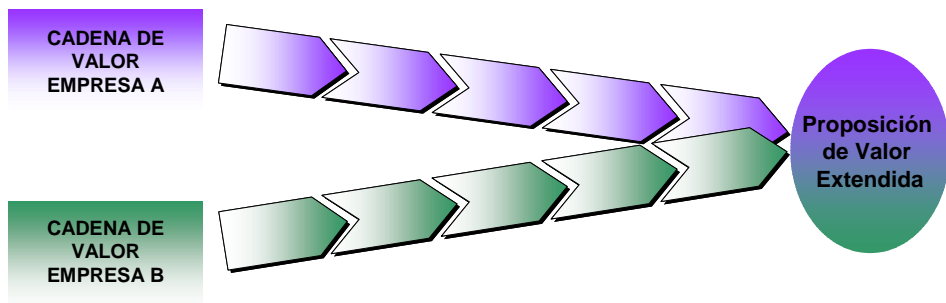


Figura 10: La Proposición de Valor Extendida

Desde el punto de vista de las líneas de investigación del CIGIP, el proyecto se ubica en los campos de la *Planificación Colaborativa y Jerárquica*, con el uso de los *Métodos Cuantitativos* para la resolución de esta problemática, y el uso de las *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* como soporte a las necesidades de intercambios de información entre los distintos actores involucrados en las Cadenas de Valor.

El proyecto “*Virtual Enterprise for Supply Chain Management (V-CHAIN -GRDI-2000-25881)*”, se encuentra en este momento en la mitad de su desarrollo. El proyecto se está aplicando en dos pilotos, uno del *sector del automóvil* (Ford España, Johnson Control, Dynamit Nobel y EXEL) y otro del *sector motocicletas* (Aprilia). Desde el punto de vista de la Cadena de Suministro se centra fundamentalmente en los aspectos relacionados con el suministro, es decir la *relación Proveedores-OEM* (Original Equipment Manufacturer).

Desde la óptica de la *SPCO* la problemática que se aborda se centra, fundamentalmente, en el establecimiento de los *Programas de Producción* y la *Secuencia de montaje*; estos programas y secuencias deben de tener en cuenta tanto las condiciones en las que trabaja el OEM, como la de los Proveedores, con el incremento de complejidad (pero también de eficiencia) que supone. Desde el punto de vista de la *Modelización*, se aborda la necesidad de crear nuevos modelos de negocio para avanzar desde el concepto de *Empresa Extendida* [16] (ya tradicional en este sector) hacia el de *Empresa Virtual* [17] [18].

En cuanto a las líneas de soporte, en lo que se refiere a la *visión decisional* de los Procesos de Negocio de Programación / Secuenciación, la línea de los Métodos Cuantitativos centra sus esfuerzos en el desarrollo de *herramientas de resolución* (algorítmica) que permitan una solución adecuada de los *Modelos Matemáticos* planteados; a su vez desde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (*TIC*), se está trabajando en el desarrollo de una *plataforma integradora* que permita unos flujos de información bidireccionales y dinámicos.

En cuanto los resultados obtenidos hasta la actualidad, los más reseñables son:

- Se ha desarrollado un extenso Estado del Arte sobre Empresa Extendida (EE) en el entorno de la Gestión de la Cadena de Suministro
- Se ha definido el concepto de *EE* en *V-CHAIN*, y se ha caracterizado la *EE* desde el punto de vista de participantes, tipos de relaciones, filosofías de gestión, objetivos, papel de las *TIC*, de la extensión temporal y de los modelos organizativos
- Se ha desarrollado un extenso Estado del Arte sobre Empresa Virtual (EV) en el entorno de la Gestión de la Cadena de Suministro
- Se ha definido el concepto de *EV* en *V-CHAIN*, y se ha caracterizado la *EV* desde el punto de vista de participantes, tipos de relaciones, filosofías de gestión, objetivos, papel de las *TIC*, de la extensión temporal y de los modelos organizativos
- Se ha realizado una comparación entre ambos conceptos (EE vs VE)
- Se han definido los objetivos, alcance, estrategias y tareas a realizar
- Se ha definido una *Metodología de Migración*, desde la *EE* hacia la *VE*
- Se han identificado los principales problemas en la *EE*, que se categorizan dentro de la siguiente clasificación:
 - Relacionados con la Planificación y la Secuenciación
 - Relacionados con los flujos de Información
 - Relacionados con la falta de *colaboración* a lo largo de la Cadena de Suministro
 - Relacionados con la Logística de entrada y salida a lo largo de la Cadena de Suministro

- A partir de este conjunto de problemas se han establecido cuatro *Grupos de Trabajo multiempresa* que están abordando las siguientes líneas de actuación:
 - Grupo de Planificación
 - Grupo de Secuenciación
 - Grupo de Sistemas
 - Grupo del Sistema de Información Colaborativo,

dentro de cada uno de ellos se abordan los problemas de *falta de colaboración*, planteando procedimientos para mejorarla.

- Se ha desarrollado una *Plataforma Tecnológica de integración*, que en un primer test desarrollado permite ampliar la visibilidad de la Información usada entre los partners.
- Se están desarrollando los *Algoritmos* que resuelvan las problemáticas del Programa de Producción y de la Secuencia de la Cadena de Suministro.

En este momento se sigue trabajando en:

- Evaluar y mejorar los Algoritmos
- Validar y adoptar la Plataforma Tecnológica de integración, a los distintos sistemas de las Empresas participantes en el proyecto.
- Mejorar el Sistema de Información Colaborativo
- Diseñar un sistema de *Parámetros de Prestaciones* que permita medir las mejoras (o no) del nuevo sistema

Por último reseñar que el estado final al que se desea llegar, el de *Empresa Virtual*, es lo que se ha denominado **OPS** (Operador de Planificación y Secuenciación). El OPS (Figura 3) parte de un concepto similar al de un **Operador Logístico Virtual**. Es decir se trata de una EV que se encargaría de gestionar todo el proceso de Planificación y Secuenciación de la Cadena de Suministro, considerando a cada Empresa como un eslabón, de igual importancia, de la Cadena de Suministro.

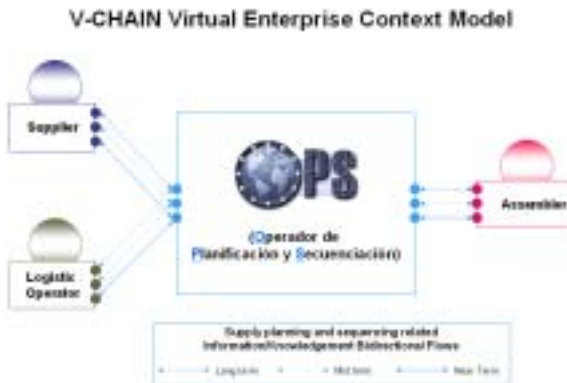


Figura 3: El Operador de Planificación y Secuenciación (OPS)

Si bien el trabajo, con las distintas empresas del proyecto, ya plantea la dificultad de alcanzar este resultado a corto plazo, el Consorcio tiene el convencimiento de que este puede ser un estado alcanzable a medio plazo.

6. Conclusiones.

Los resultados que se van obteniendo en el desarrollo de los Proyectos Europeos dentro del CIGIP, permiten establecer que el Plan de I&D y sus etapas, están alcanzando sus objetivos.

Desde un principio se consideró necesario atender las solicitudes del entorno empresarial, entre otros los del sector del *automóvil* y de la *cerámica*. Inicialmente se aplicaron *conocimientos y herramientas tradicionales* en la Dirección de Producción Operaciones, en esos momentos fueron necesarios los *Métodos Cuantitativos, nuevos Algoritmos* y su *Informatización* e incluso el adecuado manejo de *Bases de Datos*; la resolución de ciertos problemas específicos exigió la generación de nuevos conocimientos (Proyectos de I&D / Convenios, Tesis Doctorales, Proyectos CICYT, etc.).

La necesidad de responder a nuevos retos competitivos de las Empresas nos llevó, desde el punto de vista de la Investigación, a identificar la línea de *Modelización Empresarial* con importantes resultados en *Tesis Doctorales* y un *Proyecto CICYT*, como ponen de manifiesto publicaciones en prestigiosas revistas y comunicaciones en Congresos y Workshops internacionales.

La participación en un primer Proyecto Europeo nos puso en contacto con la realidad de la *Cadena de Suministro*. Desde una visión tradicional de Modelización matemática, con la mejora que representaba la introducción de los Escenarios y la Computación en paralelo, se identifico el interés de conjugar *Cadena de Suministro* y la visión de *Modelización Empresarial / Empresa Extendida, Virtual*. Se trata de aplicar a las *Redes*, hacia las que se evoluciona en distintos sectores industriales, la *Modelización e Integración Inter-Empresarial* a partir de la experiencia de Integración Intra-Empresa y los resultados de las propuestas *Interorganizacionales*. Esas *Redes Interorganizacionales* nos llevan, también, a la utilización de los *Sistemas y Tecnologías de la Información*, sin olvidar la *Gestión del Cambio* y del *Conocimiento* como soportes de la Gestión de la Cadena de Suministro en las actuales circunstancias de competitividad y globalización.

Referencias.

- [1] www.cordis.lu
- [2] Virtual Enterprise for Supply Chain Management (V-CHAIN -GRD1-2000-25881). www.vchain.org
- [3] Extended Collaborative Selling Chain (ECOSELL-GRD1-2001-40692)
- [4] Lario Esteban F.C., Ortiz Bas A., Poler Escoto R. "La Gestión de la Cadena de Suministro en Contexto de Integración Empresarial" I Workshop de Ingeniería de Organización, Bilbao 2.000.
- [5] Lario, F.C. , García, J.P. ; Poler, R. ; Miralles, C " A Graphic Interface For an application in the environment of the Supply Chain Management". POMS Conference, Sevilla, 2000
- [6] Pastor S., Escudero L., Lario F.C., García J.P., Rodríguez A. "La optimización de la Cadena de Suministro bajo Incertidumbre: el proyecto Schumann" III Jornadas de Ingeniería de Organización, Barcelona, 16-17 de Septiembre de 1999.
- [7] Supply-Council, Inc.Road Pittsburgh,P A 15215. www.supply-chain.org

- [7 bis] García Sabater J.P. “Modelos, Métodos y Algoritmos de Resolución de Problemas de Secuenciación de unidades homogéneas en el sector del Automóvil” Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Enero 2.000.
- [8] AMICE. Esprit Consortium AMICE. “CIMOSA: Open System Architecture for CIM”. Springer-Verlag (1993).
- [9] WILLIAMS T.J.,. “The Purdue Enterprise Reference Architecture”. *Computers in Industry*, 24(2-3), pags. 141-158 (1994b)
- [10] DOUMEINGTS.G. “Methode GRAI: Methode de Conception des Systemes de Productique” These d’Etat en Automatique, Universite de Bordeaux 1, Bordeaux, France, (1984).
- [11] Ortiz A., Sempere F., Cuenca LL. “Herramienta de Modelización en el marco de la Integración Empresarial. Desarrollo de GIPModel”. III Jornadas de Ingeniería de Organización, Barcelona, 16-17 de septiembre de 1999.
- [12] Fco. C. LARIO, Guillermina CARBÓ.” Re-ingeniería de Procesos y Redes Holónicas.” Cuadernos de Gestión de la Cadena de Suministro Nº 2, Edit. Fco. C. Lario, Valencia, 2.001
- [13] Fco. C. LARIO, David PEREZ. “Análisis de Redes Inter.-organizacionales.” Cuadernos de Gestión de la Cadena de Suministro Nº 2, Edit. Fco. C. Lario, Valencia, 2.001
- [14] Fco. C. LARIO. “Gestión de la Cadena de Suministro y Redes de Valor en el Sector del Automóvil”. Cuadernos de Gestión de la Cadena de Suministro Nº 2, Edit. Fco. C. Lario, Valencia, 2.001
- [15] Shapiro, “Optimización de la Cadena de Valor por medio de Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (DSSs) basados en modelos de Programación Matemática”.
- [16] Childe, S. J., (1998) “The extended enterprise- a concept of co-operation”, *Production Planning & Control*, Vol.9, No.3, pp. 320-327.
- [17] Camarinha-Matos,L.M. and Afsarmanesh, H. (1999). “The Virtual Enterprise Concept. Infrastructures for Virtual Enterprises. Networking Industrial Enterprises”. *Proceedings of IFIP TC5 WG5.3/PRODNET. Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises. Kluwer Academic Publishers.*
- [18] Katzy, B. and Obozinski, V. (1999). “Designing the Virtual Enterprise”. *Proceeding of ICE’99, 5th Int. Conf. On Concurrent Enterprising, The Hague, Netherlands.*