

## Un modelo de Empresa Virtual para la Gestión del Proceso de Previsión Colaborativa en Cadenas de Suministro<sup>1</sup>

Raúl Poler Escoto<sup>1</sup>, Josefa Mula Bru<sup>1</sup>, Angel Ortiz Bas<sup>1</sup>, Francisco-Cruz Lario Esteban<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción. Ciudad Politécnica de la Innovación. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. [rpoler@cigip.upv.es](mailto:rpoler@cigip.upv.es), [fmula@cigip.upv.es](mailto:fmula@cigip.upv.es), [aortiz@cigip.upv.es](mailto:aortiz@cigip.upv.es), [fclario@cigip.upv.es](mailto:fclario@cigip.upv.es)

### Resumen

*La Previsión Colaborativa proporciona los instrumentos eficaces y eficientes para ayudar a las cadenas de valor a calcular y gestionar la previsión de demanda de productos y servicios, así como para el cálculo del acierto de las previsiones y el logro de un compromiso entre la reducción de inventarios y el incremento del servicio al cliente, lo que se traduce en reducciones de coste e incrementos de la satisfacción de los clientes. No obstante, la implementación de un sistema para la gestión de la Previsión Colaborativa se enfrenta a problemas metodológicos, técnicos y culturales. En este artículo se propone un modelo de Empresa Virtual para la gestión de la Previsión Colaborativa en las Cadenas de Suministro de OEMs.*

**Palabras clave:** Previsión Colaborativa, Cadena de Suministro, Empresa Virtual

### 1. Introducción

La Cadena del Suministro (CS) abarca todas las actividades necesarias para responder a la demanda del cliente, desde la adquisición de las materias primas en la red de suministro, pasando por la producción en la red de fabricación, hasta el empaquetado y entrega por la red de distribución (Hahn et al., 2000). Las empresas evolucionan desde la cooperación (compartir información para mejorar los procesos de negocio internos) a la colaboración (ejecución conjunta de algunos procesos de negocio para reducir costes). Se han propuesto diversos modelos para llevar a cabo la colaboración en las CS. El modelo *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) ha sido desarrollado por la asociación *Voluntary Interindustry Commerce Standards* (VICS, 1998) y tiene como objetivo reducir la variación entre el suministro y demanda (Harrinton, 2003). El modelo *Demand Activated Manufacturing Architecture* (DAMA) (Chapman y Petersen, 2000) propone una coordinación centralizada de la CS, consistente en cuatro procesos que deben ser ejecutados colaborativamente por todos los integrantes de la CS. También se han propuesto modelos de coordinación descentralizados (Caliusco y Villarreal, 2004). Lario *et al.* (2004) proponen un Modelo Decisional de Ingeniería e Intergración Inter-Empresarial basado en el concepto de Empresa Extendida.

En particular la Previsión Colaborativa (Helms *et al.*, 2000) puede significar un valioso marco de visibilidad y colaboración en la CS con el objetivo de una reducción significativa de

---

<sup>1</sup> Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado la Comisión Europea: GRD1-2001-40692 "Extended Collaborative Selling Chain (ECOSELL)"

inventarios (Mentzer et al., 2000). La colaboración en este proceso da como resultado unas previsiones de demanda más acertadas, lo que redundará en la reducción de los niveles de inventarios de seguridad en todos los elementos de la CS. La Previsión colaborativa involucra a todos los socios de la CS que deben proporcionar información precisa sobre las previsiones y los planes de demanda. McCarthy y Golicic (2002) definen la Previsión Colaborativa como el intercambio de información específica y oportuna (cantidades, niveles, horizontes de tiempo, situación, probabilidad de nuevos negocios, etc.) entre los integrantes de la CS para desarrollar una única previsión de demanda compartida.

## 2. La colaboración en la Gestión de la Cadena de Suministro

En la literatura pueden encontrarse modelos de GCS basados en la colaboración en la gestión de inventarios donde la previsión juega un papel importante. Por ejemplo, en el modelo *Vendor Managed Inventory* (VMI) la información se comparte entre dos escalones en la CS. El VMI elimina un paso en la cadena de información y, por consiguiente, reduce la distorsión de información (Disney et al., 2003). El compartir la información sobre los niveles de inventario le permite al proveedor sincronizar su producción según las exigencias del cliente, en lugar de hacerlo con los pedidos de los minoristas. Con el modelo VMI el proveedor toma la responsabilidad de mantener el inventario para su cliente y, en realidad, gestiona el inventario de sus clientes en función de unos niveles acordados. De acuerdo con el VICS existen varias versiones del VMI:

- *Vendor-Managed Replenishment* (VMR): una versión canadiense del VMI.
- *Retailer-Managed Inventory* (RMI): una versión del VMI donde el comprador tiene un papel en la "aprobación" del proceso de pedido.
- *Co-managed Inventory* (CMI): un modelo más sofisticado donde se alcanzan altas cotas de colaboración aunque no de manera tan formalizada como en el CPFR.
- *Supplier-Managed Inventory* (SMI): un modelo europeo del VMI desarrollado a partir de la convicción de que el modelo VMI norteamericano no encaja en las cadenas de valor europeas.

Las actividades clave de los procesos del VMI residen principalmente en el vendedor o fabricante. Estas involucran los cinco pasos descritos a continuación:

1. Recopilar información: los datos para los programas del VMI focalizados en los centros de distribución se obtienen, principalmente, de las salidas de almacén de los minoristas. Algunas empresas complementan esta información con los datos de los puntos de venta para que los niveles de inventarios de las tiendas tengan mayor visibilidad.
2. Previsión de ventas: la previsión se realiza sobre las salidas de los almacenes de los centros de distribución. El detalle de las ventas a clientes se reconcilia con las ventas al mercado mediante procesos de agregación de las previsiones.
3. Previsión de pedidos: la previsión de pedidos es controlada por el fabricante y, generalmente, se realiza sobre los niveles de inventario acordados y los costes de transporte. Esto le permite al fabricante planificar el inventario para los clientes específicos.

4. Generación de pedidos: el fabricante controla la generación de las órdenes de compra. Éstas se derivan del reabastecimiento del inventario de las tiendas. Como es el fabricante el que controla el proceso, el cliente normalmente recibe prioridad en el servicio cuando ocurre alguna escasez.
5. Entrega de pedidos: el fabricante entrega el producto principalmente desde inventario. Las promociones pueden obligar a los fabricantes a producir pedidos promocionales.

### **3. El modelo V-CFM (*Virtual Collaborative Forecasting Management*)**

En relación al proceso de Previsión de Demanda, las dificultades se localizan en la generación de las previsiones y los problemas de interoperabilidad relacionados con la transmisión y uso de esta información a lo largo de la CS. Una de las grandes promesas de Internet es la conexión de las empresas con sus proveedores, socios, y clientes para poder lograr una mayor eficacia en la fabricación, almacenamiento, y distribución. Sin embargo, los sistemas de información de cada empresa definen conceptos comerciales comunes (como producto, pedido, factura, etc.) de un modo diferente.

La información de previsión es muy pertinente a la hora de establecer los planes de suministro, producción, distribución y transporte y para poder desarrollar estas actividades desde un punto de vista colaborativo.

Una adecuada Gestión del Proceso de Previsión Colaborativa proporcionará:

- a) Los instrumentos eficaces y eficientes para ayudar a las cadenas de valor a obtener y gestionar la previsión de demanda de productos complejos y servicios.
- b) El compromiso entre la reducción de inventarios y el servicio al cliente, que se traducirán en reducción de costes y en el incremento de la satisfacción de los clientes.

Según este contexto, y particularizando en las relaciones cliente-proveedor que se establecen en una CS basada en un *Original Equipment Manufacturer* (OEM), la información requerida para desarrollar un proceso eficaz de previsión colaborativa son los históricos de ventas, la información adicional (promociones, productos obsoletos, etc.), los Planes Maestros de Producción, y la Previsión de la Demanda. Además se tendrá en cuenta las estructuras de las listas de materiales y otras informaciones como los contratos entre clientes y proveedores.

La Figura 1 muestra el modelo de Previsión Colaborativa propuesto. El OEM proporciona información sobre el histórico de demanda y los pedidos en firme, así como cualquier información relevante para el pronóstico de la demanda futura, a la Empresa Virtual (V-CFM) encargada de gestionar el proceso de Previsión Colaborativa. La V-CFM obtiene la previsión de demanda de todos los productos fabricados por el OEM y se la proporciona. El OEM realiza su Planificación de Producción y calcula los Planes de Demanda que suministra a sus proveedores de primer nivel. El OEM también envía los pedidos en firme para los primeros períodos de planificación. Los proveedores de primer nivel reciben, además, los pedidos de clientes externos a la CS Colaborativa. Cada proveedor de primer nivel proporciona a la V-CFM la información necesaria para la obtención de las previsiones de demanda. Este proceso se repite aguas arriba en la CS afectando a todos los niveles de proveedores.

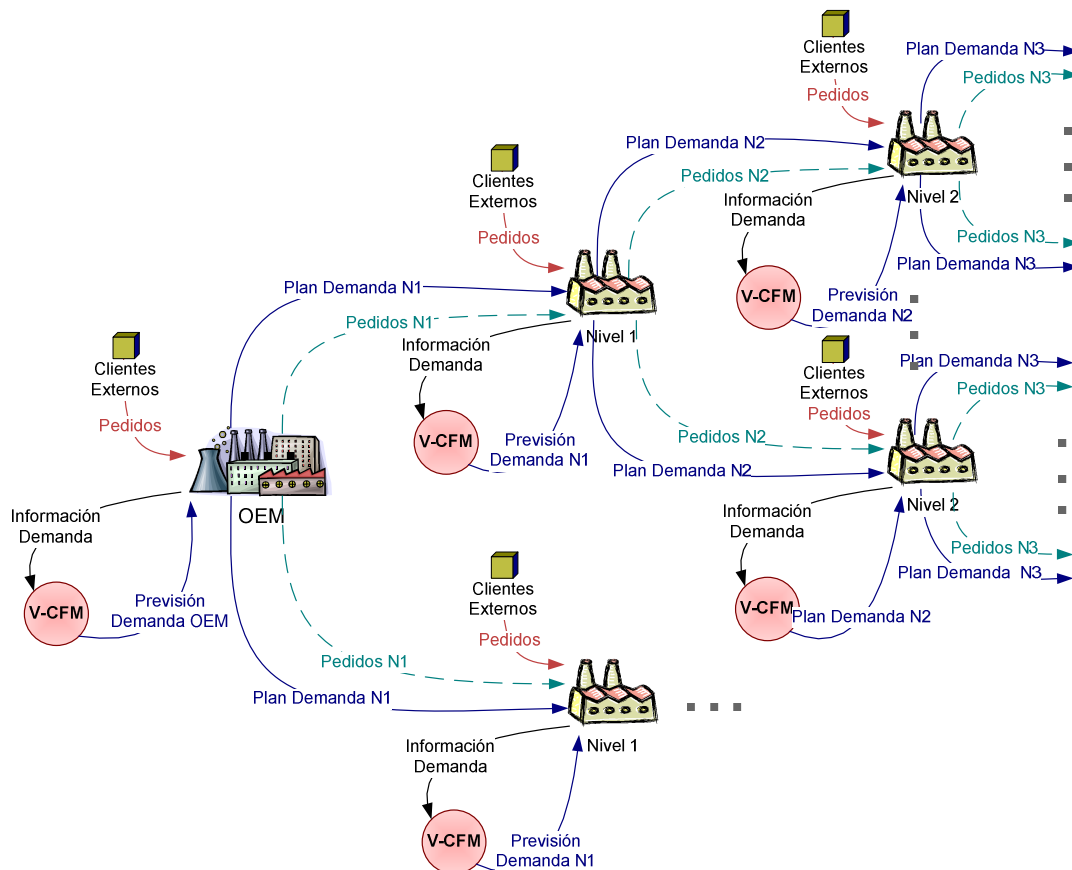


Figura 1. El Modelo V-CFM

### 3. La Plataforma V-CFM

La arquitectura técnica propuesta para la implementación del V-CFM está basada en tecnología JAVA, según el patrón de diseño *Model-View-Controller*. La arquitectura tiene en cuenta las buenas prácticas de la *Java-Web-Architecture* de DMR y está basada software "OpenSource".

Es necesario tener en la cuenta que, para integrar diferentes empresas, la Plataforma V-CFM tendrá que cumplir con las llamadas "5 ANYs":

- Cualquier red (fija y móvil) (por ejemplo GSM / GPRS / UMTS, etc.)
- Cualquier canal (por ejemplo Web, WAP, etc.) o dispositivo (teléfono móvil, PDA, HHT, PC, etc.)
- Cualquier usuario (de empresas diferentes)
- Cualquier lugar (local, regional, nacional, europeo)
- Cualquier servicio (es decir una plataforma en la que pueda integrarse cualquier aplicación vertical específica)

Para llevar a cabo la implementación de la Plataforma V-CFM es necesario desarrollar y llevar a cabo una infraestructura que pueda ofrecer las siguientes funcionalidades:

- a) Que permita las integraciones entre empresas: la infraestructura debe apoyar un ambiente distribuido conectado a través de una red internacional.
- b) La captura y envío de los datos debe poderse realizar desde múltiples fuentes y dispositivos. El sistema debe detectar por qué canal o dispositivo se envían los datos e interpretar el formato, para poder responder en el mismo formato.
- c) Que proporcione la posibilidad de multi-idioma.
- d) Que proporcione una herramienta workflow que permita los flujos de tareas y la resolución de excepciones.
- e) Que proporcione un nivel de seguridad global: son necesarios mecanismos de autorización y autenticación para afianzar la ejecución de los procesos comerciales. Deben considerarse los derechos de los usuarios que accedan a las aplicaciones y realicen actividades.
- f) Debe almacenarse información (*logs*) sobre las ejecuciones de los procesos de negocio.
- g) Los datos cuantitativos deben poder ser transformados a información cualitativa si es necesario. Puede ser necesario proteger información confidencial entre los socios en la red comercial.
- h) Los datos que intercambian las empresas deben estandarizarse (por ejemplo en formato XML) para poder ser entendidos por todos los actores en la red.
- i) Que exista la posibilidad de poder integrar cualquier solución con cualquier sistema de cualquier integrante de la red.
- j) Que la plataforma se desarrolle bajo la filosofía de la programación modular, para poder usar cada módulo de manera independiente.
- k) Deben supervisarse las actividades del usuario llevar un control durante la ejecución.

### **3.1. El diseño *Model-View-Controller* (MVC)**

Ahora, más que nunca, las aplicaciones de empresa necesitan soportar múltiples tipos de usuarios con múltiples tipos de interfaces. Las aplicaciones que entremezclan el código de acceso a datos, el código de la lógica del negocio, y el código de presentación pueden presentar una gran diversidad de problemas. Estas aplicaciones son difíciles de mantener, porque las interdependencias entre todos los componentes generan un efecto dominó cuando se realiza cualquier cambio en cualquier parte del código.

Si se desarrolla una aplicación para un solo cliente, a veces es beneficioso entremezclar la lógica del negocio con el acceso a datos y la interfaz específica para la presentación y ejecución. Esta forma de proceder, sin embargo, es inadecuada cuando se desarrollan sistemas empresariales que necesitan dar soporte a múltiples tipos de clientes. Sería necesario desarrollar aplicaciones diferentes para dar soporte a cada tipo de interfaz. El código no específico se duplica en cada aplicación, de modo que cualquier modificación debe realizarse en varias aplicaciones. E inevitablemente, las aplicaciones que se supone que proporcionan la misma funcionalidad evolucionan poco a poco a sistemas diferentes.

El diseño MVC resuelve estos problemas por medio del desacoplamiento de la lógica de acceso a datos, la lógica del negocio, y la presentación de los datos y la interacción con el usuario.

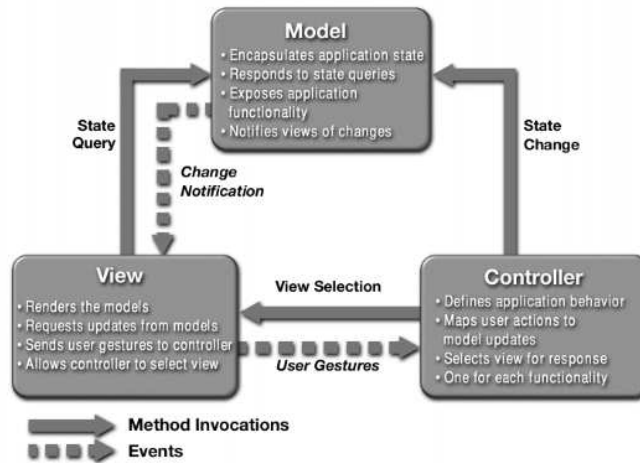


Figura 2. MVC de Sun

Aplicando la arquitectura del MVC, la funcionalidad del modelo de negocio está separada de la presentación y lógica de ejecución que utiliza dicha funcionalidad. Tal separación permite múltiples posibilidades para compartir el mismo modelo de datos empresarial, lo que proporciona un modo más sencillo de implementar, probar y mantener aplicaciones.

El MVC diseña una aplicación en tres partes separadas:

1. El Modelo se ocupa de los datos y la lógica. El código del Modelo accede a datos y maneja la lógica del negocio.
2. La Vista se ocupa de la salida. El código de la Vista se encarga de mostrar los datos al usuario.
3. El Controlador se ocupa de la entrada. El código del Controlador manipula el Modelo o cambia la Vista de acuerdo a los requerimientos del usuario.

Estas partes tienen relaciones específicas entre sí:

- La Vista accede al Modelo para recuperar los datos a mostrar.
- El Controlador recibe la entrada del usuario, y realiza invocaciones al Modelo.
- El Controlador actualiza la Vista, o selecciona una nueva Vista, basado en el estado del Modelo y en sus propias reglas de navegación.
- El Modelo proporciona los datos a la Vista, pero no sabe nada sobre cómo esos datos se presentan. El Modelo también proporciona las reglas del negocio al controlador, pero no sabe nada sobre los eventos generados por el usuario que el Controlador puede haber recibido.

### 3.2. La arquitectura del V-CFM

La arquitectura desarrollada para la implementación del V-CFM se muestra en la Figura 3. Esta arquitectura sigue las indicaciones de diseño del MVC separando la aplicación en tres partes.



**Figura 3.** Arquitectura del V-CFM

Esta arquitectura está basada en las normas de "OpenSource" y utiliza herramientas libres de coste. A continuación se describen los sistemas que han sido utilizados para la arquitectura:

- ❖ Servidor de aplicaciones: JBoss
- ❖ Base de datos: MaxDB del proyecto MySQL.
- ❖ El motor de reglas: Mandarax
- ❖ Workflow: desarrollo propio

Todos los componentes de la arquitectura se describen brevemente en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Componentes de la arquitectura

<i>Controller</i>	Su responsabilidad es la gestión de todo lo que el usuario solicita, enviándole las contestaciones convenientes, mientras controla la navegación en todas las aplicaciones.
<i>Dialogue Manager</i>	Este componente maneja la ejecución de la tarea (en modo manual o automático).
<i>Exception Handler</i>	Este componente se ocupa de todos los errores y excepciones producidas durante el funcionamiento normal y la ejecución de la plataforma y todos sus componentes.
<i>Filter</i>	Intercepta todas las demandas recibidas del cliente (por Web, PDA, WAP, etc.) identificando el canal y el dispositivo utilizado y autenticando al usuario.
<i>Log Manager</i>	Este componente almacena toda la información sobre las actividades desarrolladas. Esta información puede mostrarse en pantalla o almacenarse en un archivo o base de datos.
<i>Model</i>	Este componente está a cargo de la comunicación entre la capa de negocio con los sistemas de otras empresas.
<i>Multilanguage</i>	Este componente permite la representación textual en varios idiomas.
<i>Security</i>	Este componente controla la autenticación de usuarios para acceder a cualquier componente de la arquitectura.
<i>View</i>	Muestra los componentes gráficos para las aplicaciones del negocio.

### 3.3. La herramienta para la Previsión de Demanda

Como herramienta para la Previsión de Demanda se seleccionó DEMETRA 2.0. Este software se desarrolló por el Proyecto Eurostat Seasonal Adjustment (Eurostat, 2002). Esta herramienta implementa los algoritmos TRAMO-SEATS (Gomez y Maravall, 1997) y X-12-ARIMA. DEMETRA es una herramienta para la obtención de previsiones de manera autónoma y masiva. Realiza un ajuste estacional de grandes cantidades de series temporales, calcula previsiones, chequea la calidad de los resultados, mejora la estabilidad de los modelos y ayuda al usuario en todo el proceso. DEMETRA puede acceder a las bases de datos FAME, SAS y ORACLE, así como a ficheros ASCII y hojas de cálculo Excel.

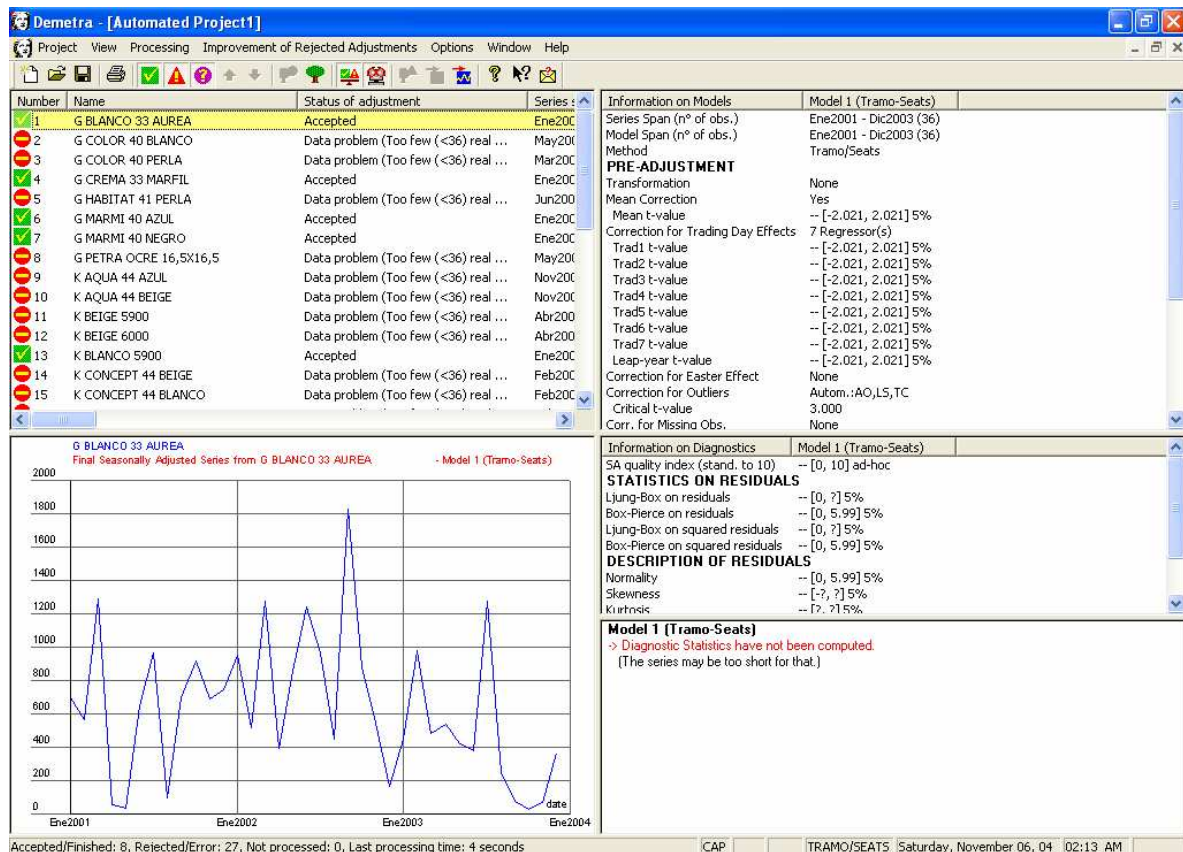


Figura 4. DEMETRA 2.0

## 4. Conclusiones

Se ha diseñado un modelo de Empresa Virtual para la Gestión del Proceso de Previsión Colaborativa en Cadenas de Suministro y se ha implementado en una Plataforma siguiendo el diseño MVC. La herramienta ha sido probada en dos pilotos del Proyecto ECOSELL “Extended Collaborative Selling Chain” en una Cadena de Suministro del sector cerámico y en otra del sector de automoción.

Los beneficios esperados de la implantación del V-CFM en una CS son:

- a) Un mejor conocimiento del mercado a partir de una mejor interpretación de las tendencias de la demanda cliente-proveedor, basado en la combinación de previsiones internas a la CS con previsiones de demanda de los clientes externos.



- b) Minimización del coste de operación y almacenamiento y mejora del servicio al cliente debido a previsiones de demanda más acertadas.
- c) Reducción del efecto *bullwhip* debido al intercambio de planes de demanda entre los clientes y proveedores de la CS.
- d) Mejora en las relaciones entre clientes y proveedores de la CS debido a la colaboración en la previsión de demanda de productos complejos y servicios.

Los trabajos futuros en relación a esta investigación se dividen en dos vertientes: por un lado la implementación del modelo propuesto en otras Cadenas de Suministro y, por otro, la investigación sobre otros métodos de previsión de demanda que permitan la consideración de una gran variedad de patrones en las series temporales.

## Referencias

- Caliusco M.L., Villarreal P. (2004) Decentralized management model of a partner-to-partner collaborative relationship. *Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancun, Mexico*, April 30 - May 3
- Chapman, L., Petersen, M. (2000) Demand Activated Manufacturing Architecture (DAMA). Model for supply chain Collaboration. *International Conference on Modeling and Analysis of Semiconductor Manufacturing*.
- Disney, S.M, Holmström, J., Kaipia, R., Towill, D.R. (2003) Exploitation of information for production planning and inventory control. *Proceedings from EUROMA/POMS conference*, Como, Italy.
- Eurostat Seasonal Adjustment Project. (2002) European Communities.  
<http://europa.eu.int/comm/eurostat/research/index.htm>
- Gomez ,V., Maravall, A. Programs TRAMO and SEATS (1997) Instructions for the User. Bank of Spain.
- Hahn, C. K., Duplaga, E. A., Kartley, J. L. (2000) Supply-chain synchronization: lessons from Hyundai Motor Company. *Interfaces*, 30, (4), 32-45
- Harrington, L.H. (2003) Nine steps to success with CPFR. *Transportation & Distributions* 44, April, 50–53
- Helms, M.M., Ettkin, L.P. and Chapman, S. (2000) Supply chain forecasting – collaborative forecasting supports supply chain management. *Business Process Management Journal*, Vol. 6 No. 5, pp. 392-407
- Lario, F.C., Poler, R., Ortiz, A. (2004) Gestión de la Cadena de Suministro Colaborativa. Un Modelo Decisional de Ingeniería e Integración Inter-Empresarial. *Production and Operations Management Society*, p.p. 357 - 358
- McCarthy, T.M., Golicic, S.L. (2002) Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Aug 2002 Volume: 32 Issue: 6 Page: 431 – 454
- Mentzer, J. T., Foggin, J. H., Golicic, S. L. (2000) Collaboration: The Enablers, Impediments, and Benefits. *Issue of supply chain Management Review*. September/October
- Voluntary Interindustry Commerce Standards Association (VICS) (1998) Collaborative planning, forecasting, and replenishment (CPFR). Available at: [www.cpfr.org](http://www.cpfr.org)