

# **ProFCo: Arquitectura de Soporte a la Integración Virtual y Temporal entre Compañías del Sector de la Bioingeniería.**

**Canavesio MM**

***CIDISI - Centro de Investigación y Desarrollo en Sistemas de Información, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.***

## **Resumen**

*En respuesta a presiones competitivas pequeñas y medianas empresas de bioingeniería han comenzado a formar alianzas o redes entre ellas. Estas redes le permiten a cada una de ellas incrementar sus habilidades para reaccionar y adaptarse a los cambios en su entorno de negocios, concentrarse en sus competencias claves, incrementar la disponibilidad de recursos y ganar en economías de escala. Las nuevas tecnologías de información y comunicación han extendido estas oportunidades entre las empresas de bioingeniería permitiéndoles compartir información para optimizar sus procesos. Para el logro exitoso de estas alianzas es necesaria la definición de un modelo de empresa que conduzca el diseño de las mismas. Este trabajo describe el modelo de la compañía fractal basada en proyectos propuesto por [1] y propone la arquitectura ProFCo para el diseño y desarrollo de los sistemas de información que darán soporte a la gestión de la información, toma de decisiones distribuidas y coordinación de tareas entre las empresas involucradas. Se describe una implementación de la misma mediante la adaptación de la solución empresarial de la compañía Microsoft, Enterprise Project Management (EPM).*

## **Palabras Clave**

Gestión distribuida. Redes de empresas. Bioingeniería. Compañía fractal basada en proyectos. Relaciones cliente-servidor.

## **Introducción**

La globalización de los mercados, los rápidos avances tecnológicos y la creciente personalización de los productos y servicios crean una fuerte competencia entre las empresas. Estas necesitan responder a demandas cada vez más personalizadas, incrementar permanentemente la variedad de sus productos y servicios, y al mismo tiempo reducir los costos e incrementar la calidad de los mismos [2]. En particular, para las compañías dedicadas al diseño y construcción de productos y tecnologías sanitarias, cada nuevo proyecto involucra alta incertidumbre, costos y riesgos [3,4]. Por ello, estas amenazas competitivas están forzando a las compañías del sector bioingenieril a concentrarse sobre la efectiva gestión de sus procesos de desarrollo tanto de sus nuevos productos como de sus métodos de manufactura [4]. Para lograr superar esta situación, fundamentalmente pequeñas y medianas compañías del sector, están formando alianzas o redes entre ellas y también con organizaciones públicas y privadas, universidades y centros de investigación. La formación de estas alianzas son parte de una estrategia para acelerar los procesos de diseño, controlar los costos de desarrollo, reducir el riesgo y explorar beneficiosos nichos de mercados [3,5]. Estas redes o alianzas entre compañías del sector de la bioingeniería ofrece varios beneficios a cada uno de sus miembros, tales como: (a) mejorar la asignación y apalancamiento de recursos internos. (b) acceso a tecnologías, experiencias y habilidades externas las cuales no están presentes en la compañía o es más económico o rápido su contratación externa. (c) reducción de tiempos de diseño y desarrollo. (d) gestión distribuida del riesgo en cada proyecto. Además, los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones han facilitado la formación de estas alianzas entre empresas.

Para capturar todos los beneficios que otorga una red entre empresas, es obligatorio definir una modelo de empresa que influya por diseño el comportamiento de cada compañía involucrada y las relaciones que entre ellas se establezcan. Atendiendo a esta problemática [1] han propuesto un modelo de compañía fractal basado en proyectos que permite la integración virtual y temporal entre empresas para el logro de una meta particular de negocio. Este modelo define claramente los roles, relaciones y comportamiento que adoptan las empresas participantes. Así, el modelo propuesto es el pilar de referencia para el análisis y diseño de los sistemas de información que darán soporte a la comunicación de la información entre las empresas, a la toma de decisiones distribuidas y a la coordinación entre sus acciones.

Este trabajo presenta el modelo de compañía fractal basada en proyectos para la integración entre empresas del sector de la bioingeniería y propone la arquitectura ProFCo para la implementación de los sistemas de información que darán soporte a la gestión distribuida de proyectos de diseño y construcción de productos y tecnologías sanitarias. Una implementación de la arquitectura ProFCo se presenta mediante una adaptación de la solución empresarial de Microsoft denominada Enterprise Project Management<sup>1</sup>.

### **La compañía fractal basada en proyectos**

La idea de la compañía fractal [6] es un modelo de empresa conceptual, que a través de unidades autónomas, descentralizadas e interdependientes, denominadas fractales, otorga a las empresas mayor flexibilidad y agilidad para adaptarse a los cambios en su entorno de negocios. Un fractal es definido como una estructura que describe un patrón idéntico que se replica a sí mismo a distintos niveles de abstracción de una manera recursiva. En el modelo de empresa fractal propuesto por [1], la unidad fractal de gestión se concibe como un proyecto. Así, en una red de compañías del sector de la ingeniería biomédica, esta unidad fractal de gestión o proyecto combina distintas habilidades, destrezas y competencias necesarias para lograr un objetivo específico (satisfacer un requerimiento por recursos, diseñar de un nuevo equipo de RX, desarrollar una prótesis, etc.).

Dentro de la red de empresas, cada proyecto posee las siguientes propiedades que están presentes en cada instancia más allá de su nivel de abstracción:

- *Orientado a la meta*: cada proyecto produce una resultante específica para un cliente claramente definido.
- *Autónomo*: cada gestor de proyecto posee suficiente libertad para ejecutar actividades y gestionar los recursos involucrados para el logro de una dada meta.
- *Temporal*: cada proyecto debe lograr su meta en una cantidad limitada de tiempo.
- *Relación recursiva*: cada proyecto puede ser definido como parte de un superproyecto o puede contener distintos niveles de subproyectos (sub-proyectos, sub-sub-proyectos, ..., etc.)
- *Ciclo de vida* que cubre cuatro etapas: definición, ejecución, control y cierre.
- *La información y conocimiento* relevante del proyecto es almacenada y compartida por todos los gestores intervinientes y les permiten mejorar sus futuras decisiones.

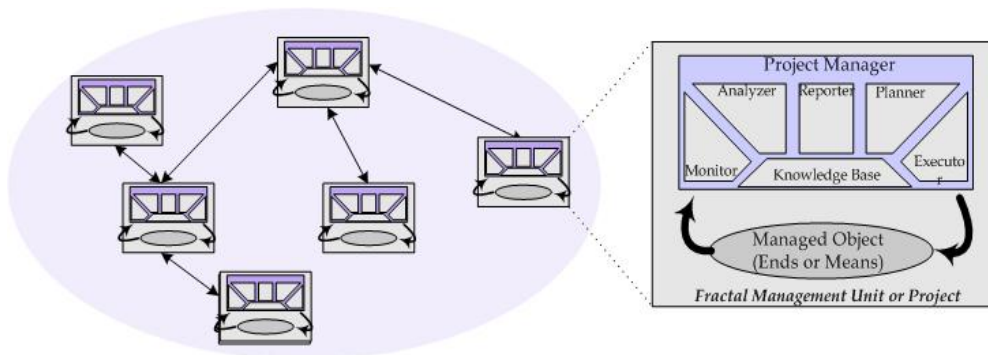
Uno de los atractivos del enfoque de gestión fractal basada en proyectos es la estructura de gestión recursiva que le otorga al modelo, la cual genera eficiencia y al mismo tiempo, absorbe la complejidad a través de un diseño organizacional altamente adaptativo y capaz

---

<sup>1</sup> Enterprise Project Management es marca registrada de la compañía Microsoft.

de balancear las perspectivas internas y externas tanto en el corto como en el largo plazo. Además, este modelo conduce naturalmente a la toma de decisiones descentralizadas [7,8].

En el modelo de la compañía fractal basada en proyectos, la unidad fractal propuesta se compone de un gestor de proyecto que gestiona la misma y de un objeto que es gestionado por éste (Figura 1). El gestor de proyectos es un actor o agente inteligente, que posee suficiente libertad para tomar decisiones, ejecutar acciones, aprender y ajustar permanentemente su comportamiento. Dado que en el modelo, tanto los fines o metas como los medios o recursos son gestionados a través de proyectos, el gestor de un proyecto asumirá el rol de *gestor de fines* o *gestor de medios*, respectivamente. Ambos roles se establecen con funciones y responsabilidades claramente definidas. Así, un actor desempeñando el rol de gestor de fines será responsable de gestionar, coordinar e integrar las tareas multidisciplinarias e interdependientes necesarias para lograr la meta de su proyecto, haciendo un uso eficiente y eficaz de los mejores recursos que logre negociar para emplear en sus tareas. Por otro lado, el gestor de recursos será responsable por la provisión eficaz de los medios o recursos que hubiera comprometido para el logro de un dado fin.



**Figura 1. Estructura del proyecto como unidad fractal de gestión.**

El concepto fundamental de este modelo de integración entre empresas es el establecimiento de *relaciones cliente-servidor* entre gestores de proyectos (clientes) y gestores de recursos u otros gestores de proyectos (servidores). Las relaciones cliente-servidor se establecen a través de algún mecanismo de negociación entre agentes interesados, en la vinculación temporal para el logro de un objetivo particular de negocios. Además, estas relaciones pueden ser entre gestores que pertenecen a la misma compañía (relación tipo intra-empresa) o entre gestores que pertenecen a diferentes compañías (relación tipo entre-empresas).

El modelo propuesto para la integración entre empresas supone la existencia de un universo de compañías y organizaciones o instituciones autónomas que poseen habilidades, capacidades, recursos y conocimiento que les permiten a sus miembros ser candidatos para desempeñarse como gestores de proyectos de una unidad fractal de gestión. Así, cuando un nuevo proyecto concerniente al sector de la bioingeniería surge, se establecen vínculos o relaciones entre miembros de distintas empresas u organizaciones definiendo lo que se denomina una red temporal de empresas con el objetivo de llevar a cabo aquel proyecto

específico. Por ello, los vínculos entre los miembros de las empresas y organizaciones son por un lapso de tiempo bien definido, aquel que les demande lograr la meta u objetivo que los reunió. Cumplido el mismo, los vínculos entre los nodos se disuelven. Los actores empresarios asumen nuevos roles en el marco de otros proyectos o en el logro de objetivos propios. La vinculación temporal entre las compañías es una característica distintiva del modelo con respecto a otras estrategias de integración entre empresas, donde las relaciones son permanentes y las empresas miembros con el tiempo pierden autonomía, identidad y capacidad transformando así, la vinculación entre ellas en una necesidad para sobrevivir.

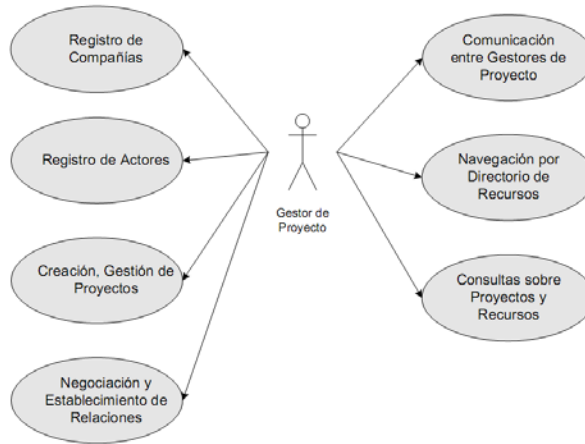


Figura 2. modelo organizacional de la compañía fractal basada en proyectos.

### Arquitectura ProFCo

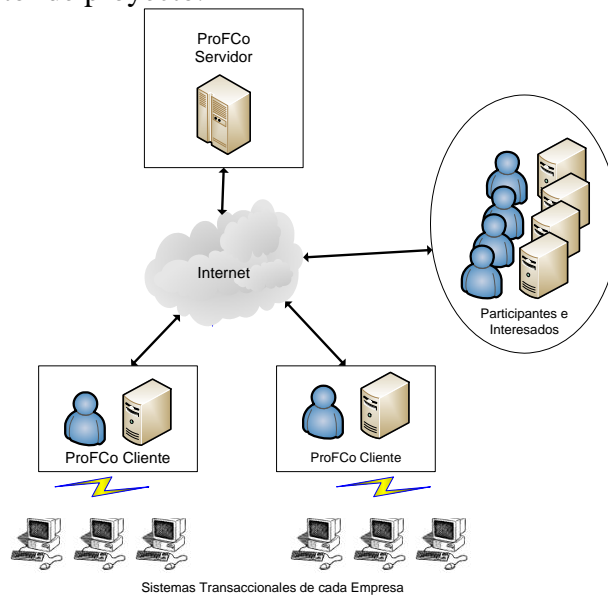
Los continuos avances de las tecnologías de la comunicación como el caso de Internet permiten que las empresas puedan participar virtualmente en distintos proyectos con otras tantas empresas. Por ello, se propone una arquitectura basada en la web para el diseño de los sistemas de información que dan soporte a la gestión de la compañía fractal basada en proyectos.

La Figura 3 muestra las principales funciones que un sistema de información debe contemplar para dar soporte a la gestión de la red de empresas según las propiedades y restricciones dadas por el modelo de la compañía fractal basada en proyectos: registrar empresas participantes, registrar gestores de proyecto en sus respectivos roles (de gestor de fines o de medios), habilitar canales de negociación para el establecimiento de relaciones entre los gestores de proyecto y la comunicación entre ellos, crear y gestionar proyectos, consultar datos e información referidas a proyectos y a recursos.



**Fig. 3 Principales funciones del sistema de información para la compañía fractal propuesta**

La Figura 4 muestra la arquitectura ProFCo (*Project-Based Fractal Company*) sobre la cual se diseñan y desarrollan los sistemas de información que darán soporte a la gestión de empresas y organizaciones integradas virtual y temporalmente en el logro de objetivos de negocios, según el modelo de empresa de la compañía fractal basada en proyectos. La arquitectura propuesta se compone de un módulo servidor público y un módulo cliente privado para cada gestor de proyecto.



**Figura 4. Arquitectura PorFCo**

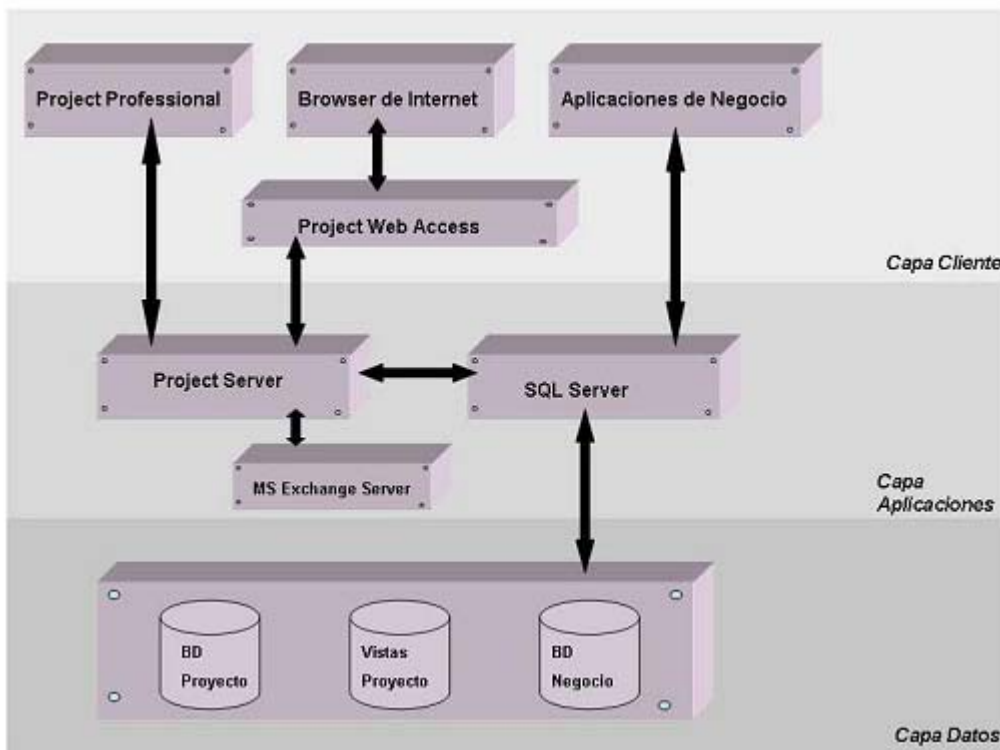
El módulo *ProFCo servidor* es por un lado, un portal de presentación y contacto de la compañía fractal hacia sus potenciales clientes y por otro, un agente administrador de los datos de los integrantes de la compañía fractal, de la información de sus operaciones y un medio para la comunicación directa ente los gestores de proyectos. El módulo *ProFCo cliente*, le permite a cada gestor de proyecto crear, publicar y gestionar sus proyectos, comunicarse directamente con cualquier otro miembro de la compañía

fractal y navegar a través de su portafolio de proyectos y del catálogo de recursos de la compañía fractal, con la posibilidad de iniciar negociaciones para la provisión de los mimos.

Un prototipo de la arquitectura ProFCo se ha implementado mediante la solución empresarial para la gestión de proyectos de Microsoft, Enterprise Project Management (EPM). A continuación se presenta la arquitectura de la misma, una breve descripción de sus componentes y finalmente se discuten las modificaciones que son necesarias incorporar para respetar condiciones y restricciones que impone el modelo de la compañía fractal basada en proyectos.

### *Enterprise Project Management (EPM)*

Enterprise Project Management es una solución integrada para la administración de los proyectos de una empresa, desarrollada por la compañía Microsoft. EPM proporciona una infraestructura para la comunicación y la gestión del portafolio de proyectos de una empresa que pudiera estar dispersa geográficamente. La arquitectura de la solución EPM (Figura 5) está desarrollada en tres capas: cliente, aplicaciones y datos [9,10].



**Figura. 5** Arquitectura de la solución EPM

La *capa cliente* está constituida por los siguientes componentes: la aplicación *Project Professional* que les permite a los gestores de proyecto crear, publicar y gestionar sus respectivos proyectos. La aplicación cliente basada en tecnología web, *Project Web Access*, diseñada para que los usuarios que no son gestores de proyectos (clientes, miembros del equipo de un proyecto, etc.) a través de algún explorador de Internet accedan

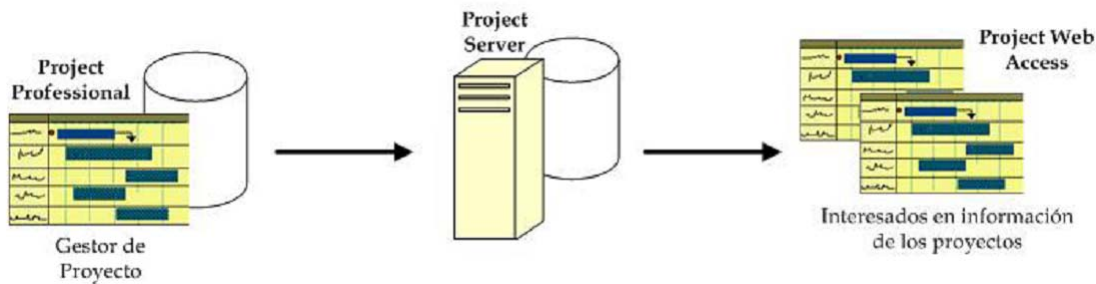
a las hojas de tareas y tiempos de los proyectos, reportes de estados, de riesgos, entre otra información relacionada a proyectos y recursos. Finalmente, un conjunto de aplicaciones de negocio a través de las cuales una empresa conduce sus actividades específicas de negocio.

La *capa aplicaciones* incluye al *Project Server* que provee acceso compartido a datos de los planes de proyectos y de los recursos. Un servidor de correo electrónico como el *MS Exchange Server* utilizado para enviar tareas y notificaciones de asignaciones y recordatorios a usuarios específicos. El *SQL Server* es una plataforma de administración de datos que incluye data Warehousing, motor de base de datos relacional, extracción y análisis de datos, soporte para consultas XML y de Internet.

En la *capa de datos* se gestionan y almacenan los datos relacionados con los proyectos, y consiste de las siguientes bases de datos: *BD Proyecto* conjunto de tablas SQL Server que almacenan todos los datos referidos a los proyectos. Estas tablas son accedidas por los gestores de proyecto cuando utilizan el Project Professional para crear o actualizar sus respectivos proyectos. *BD Vistas* conjunto de tablas que representan vistas racionalizadas de datos de los proyectos que están almacenados en la BD Proyecto. Estas vistas son creadas cuando los gestores de proyecto publican la creación o actualización de datos de sus proyectos. Son tablas de solo lectura usada para generar un número de diferentes vistas y reportes de los múltiples proyectos. Estas vistas son accedidas por usuarios autorizados por Internet a través del Project Web Access. Por último un conjunto de bases de datos utilizadas por las aplicaciones de negocio de la empresa.

La interacción entre los componentes de esta arquitectura se describe brevemente en los siguientes puntos y se ilustra en la Figura 6.

- Cuando un gestor de proyecto crea o actualiza los datos de un proyecto a través del Project Profesional, estos datos son almacenados en las correspondientes tablas de la BD Proyectos. Este área de trabajo no es utilizado por el Project Web Access.
- Luego que los datos de un proyecto son almacenados, el gestor del proyecto procede a la publicación de los mismos. Para ello, envía un comando del Project Server para procesar datos de la BD Proyectos y salvarlos en las correspondientes tablas de la BD Vistas. De esta manera, tal información queda disponible para ser accedida desde el Project Web Access para todos los usuarios con los correspondientes permisos.
- Cuando los datos son publicados, el Project Server parsea a XML los datos relevantes desde la B D Proyecto para ser salvados en las tablas de la BD Vistas donde se convierten de XML a HTML para ser presentados por el Project Web Access a los usuarios autorizados.



**Figura. 6 Interacción entre los componentes de la solución EPM**

*Adaptación de la arquitectura EPM a la arquitectura ProFCo.*

Al analizar la arquitectura y la filosofía de trabajo que propone la solución empresarial EPM, resulta necesario llevar a cabo modificaciones para implementar a partir de ella, el modelo de compañía fractal propuesta. La Figura 7 muestra la arquitectura adaptada del EPM al modelo propuesto. Las principales modificaciones a incorporar son las siguientes:

- Registro, administración y control de usuarios.
- Establecimiento e historial de relaciones entre gestores de proyecto.
- Gestión de los recursos.

*Registro, administración y control de usuarios.*

Como la solución EPM se originó para la gestión distribuida de múltiples proyectos, los cuales pertenecen a una misma empresa, los usuarios registrados en el Project Server, tienen acceso a través de Project Web Access al portafolio de proyectos de la compañía, restringiendo sólo las vistas a los que cada uno puede acceder de acuerdo a sus respectivos permisos. Para el modelo de la compañía fractal descrito, el portafolio de proyectos de la compañía fractal estará integrado por proyectos que pertenecen a diferentes empresas u organizaciones, y por lo tanto el acceso a los mismo deberá ser más estricto y limitarse a usuarios registrados debidamente y a un control más específico de los permisos de acceso asignados a los mismos. De acuerdo al modelo de la compañía fractal basada en proyectos, quienes podrán tener acceso a distintas vistas con respecto a la información de los proyectos serán el gestor del proyecto, el gestor del proyecto padre, el cliente del proyecto y los miembros del proyecto. Por ello, se incluye el módulo *Registro Gestor Proyecto* para que las empresas u organizaciones que deseen participar en proyectos de la compañía fractal se registren como miembros. Además, el módulo *Administración y Control de Usuarios y Permisos*, será responsable de autenticar los nombres de usuarios, claves y permisos de acceso, tanto para los usuarios que ingresen desde el Project Professional como quienes lo hagan desde el Project Web Access, para así derivar consultas o realizar operaciones sólo sobre aquellos proyectos para los cuales estos usuarios se encuentren habilitados en alguno de los roles antes mencionados. Se añade la base de datos *Actor* para almacenar los datos referidos a los participantes de la compañía fractal y para el control de acceso a los datos e información almacenada en las tablas Proyecto y Vistas.

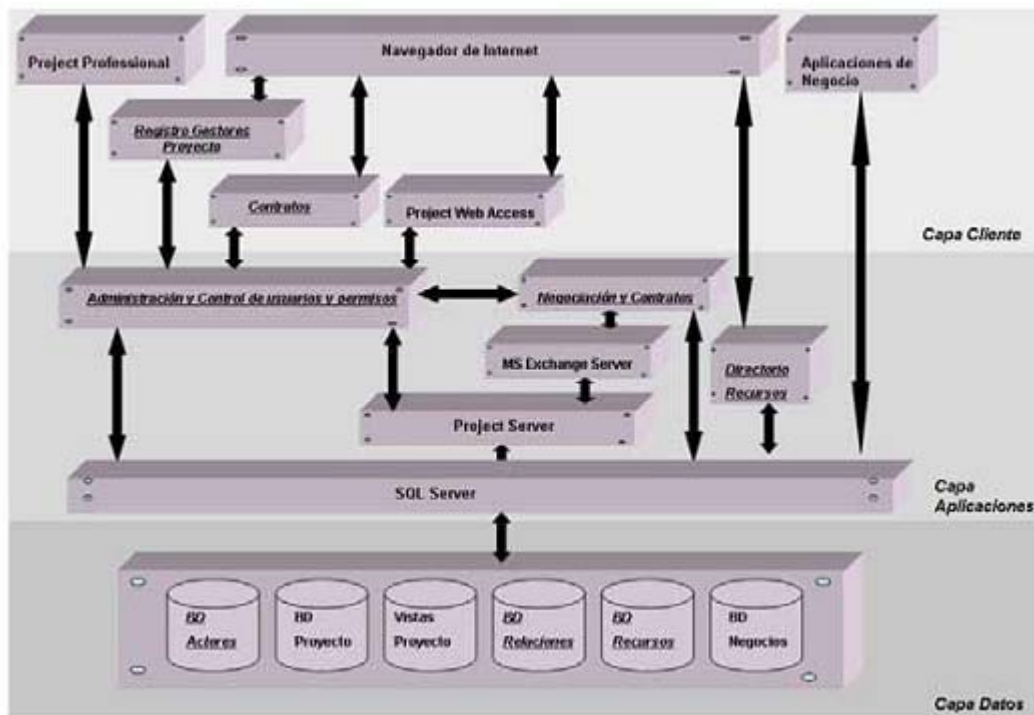


### *Establecimiento de relaciones entre gestores de proyecto.*

Los módulos *Contratos y Negociación y Contratos* crean un ambiente que les permite a los gestores de proyecto negociar el establecimiento de relaciones cliente-servidor y además serán responsables de controlar las restricciones y verificar las propiedades que el modelo impone a estas relaciones. Se incluye la base de datos *Relaciones* en la que se registran todos los vínculos establecidos entre gestores de proyectos.

### *Gestión de los recursos.*

La gestión de los recursos de la compañía fractal se llevan a cabo a través de proyectos. Por lo tanto, un gestor de recursos dispondrá de las mismas herramientas que un gestor de fines para llevar a cabo su tarea. En lo que respecta a la asignación de recursos a las tareas de un proyecto, según el modelo propuesto es el resultado de un contrato de provisión y establecimiento de una relación cliente-servidor entre gestores de fines y de medios. Por ello, no será considerado el modo de asignación de recursos que implementa la solución EPM, en la que se considera un centro de recursos de la empresa desde el cual los gestores de proyecto realizan las asignaciones de recursos necesarias. Además, los gestores de proyectos dispondrán de un directorio o buscador que les permitirá encontrar información sobre los recursos en la compañía fractal e iniciar negociaciones con potenciales proveedores de tales recursos.



**Figura. 7** Arquitectura EPM adaptada a la arquitectura ProFCo.

## Conclusión

Se describió el modelo de la compañía fractal basada en proyectos, propuesto por [1], que permite la integración virtual y temporal entre empresas del sector de la bioingeniería. Este modelo es el pilar para el diseño de la arquitectura ProFCo, desde el cual se desarrolla un sistema de información para dar soporte a la gestión de la información, la toma de decisiones distribuida y la coordinación de tareas involucradas en el diseño y construcción de productos y tecnologías sanitarias. La implementación de esta arquitectura, se presentó como una adaptación sobre la solución EPM de la compañía Microsoft. La principal diferencia entre esta solución comercial y el modelo propuesto, es en cuanto a la filosofía con respecto a la gestión y asignación de los recursos. EPM lo implementa como un gran reservorio de recursos donde cada gestor de proyectos asigna según las necesidades de sus respectivos proyectos, mientras que el modelo de la compañía fractal basada en proyectos, impone la necesidad de separar la gestión de los recursos a gestores particulares y que las asignaciones a los correspondientes proyectos surge por negociación entre las partes.

## Referencias

- [1] Canavesio, MM Martinez, EC, (2007). Enterprise modeling of a project-oriented fractal company for SMEs networking. *Computers in Industry*. Vol 58. PP 794-813.
- [2] Kidd, p. (1994). *Agile Manufacturing: forging new frontiers*. Addison-Wesley Series in Manufacturing Systems.
- [3] Shah, N. (2004). Pharmaceutical supplier chains: Key issues and strategies for optimization. *Computers and Chemical Engineering*. Vol 28, PP. 929-941.
- [4] Pisano, G. (2006). *Science Business: the promise, the reality, and the future of Biotech*. Harvard Business School Press.
- [5] Cavalla, D, (2003). The extended pharmaceutical enterprise. *Drug Discovery Today*. Vol 8, PP 267-274.
- [6] Warnecke, H.J., (1993) *The fractal company: a revolution in corporate culture*. Springer-Verlag. Berling.
- [7] Martinez, EC (2000). System thinking and functional modeling of batch process management using project. *Computers and chemical engineering supplement*. PP S711-S714.
- [8] Canavesio, MM (2007). *Un modelo de compañía fractal para la integración entre empresas usando proyectos*. Tesis Doctoral UTN Fac Reg. Santa Fe.
- [9] Stover, T.S., (2004). *Microsoft Office Project 2003 Inside Out*. Microsoft Press.
- [10] Riley, R. (2004). *Microsoft Office Project Server 2003. Configuration Planning Guide*. Kerre Landen and Laura Gralian Editors.

## Datos de Contacto:

*Mercedes Canavesio. UTN Facultad Regional Santa Fe. Lavaisse 610 Santa Fe (3000). E-mail. [mcanaves@frsf.utn.edu.ar](mailto:mcanaves@frsf.utn.edu.ar) [mercedes.canavesio@gmail.com](mailto:mercedes.canavesio@gmail.com)*