

## EVALUACION DEL PLAZO EN PROYECTOS SOFTWARE EN ENTORNOS ERP

Carmen López Yanes

*HP Enterprise Services*

José Manuel Mesa Fernández

Joaquín Villanueva Balsera

Ramiro Concepción Suárez

*Universidad de Oviedo*

### Abstract

An enterprise resource planning (ERP) system is an information system that supports and integrates many aspects of a business, including planning, manufacturing, sales and marketing. Currently these ERP systems have a wide implantation in all type of companies worldwide. These systems are modular and adaptable to each company requirements. Numerous IT projects have been developed to implement, adapt or maintain that kind of systems. On the other hand, budgets and deadlines of IT projects are exceeded regularly and an accurate estimation of the resources and time required for the project development are essential for project management. In this study, the specific characteristics of IT projects in ERP systems are analyzed, opposite to the typical IT projects. The main factors that could determine project time estimation are also studied. For the research, projects data from ISBSG repository (International Software Benchmarking Standards Group) will be taken as reference.

**Keywords:** *ERP (enterprise resource planning); IT projects; time delay; estimation; ISBSG (International Software Benchmarking Standard Group)*

### Resumen

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) son sistemas de gestión de información que integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa. Actualmente estos sistemas tienen una gran implantación en todo tipo de empresas. Al ser modulares y adaptables a las necesidades de cada empresa, su expansión ha supuesto la realización de numerosos proyectos software con características distintivas, al existir mucha más personalización y mantenimiento evolutivo que desarrollo. Por otra parte, la estimación precisa de los recursos y tiempo necesarios para el desarrollo de un proyecto, es esencial para una adecuada dirección de proyectos, especialmente en el sector informático, en el que los presupuestos se superan de forma habitual y los plazos pueden redundar en una obsolescencia prematura. En este estudio se analizan las características específicas de los proyectos software en sistemas ERP frente a los proyectos software de carácter general. Asimismo se estudian los factores que pueden condicionar la estimación inicial del plazo en dichos proyectos para lo cual se tomará como referencia del estudio la información procedente del repositorio ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group).

**Palabras clave:** ERP (*Enterprise Resource Planning*); proyectos software; estimación de plazo; ISBSG (*International Software Benchmarking Standard Group*)

## 1. Introducción

Como en cualquier tipo de proyecto, el desarrollo de un sistema de información requiere una estimación de plazos precisa, que permita un adecuado seguimiento y control de su ejecución. Sin embargo en este sector el porcentaje de proyectos software que no se completa en los plazos asignados es muy elevado. De ahí los numerosos trabajos dedicados a desarrollar modelos o métodos de estimación más precisos.

En este trabajo se estudia la estimación del plazo de desarrollo de un tipo específico de proyectos software, aquellos que se desarrollan en entornos ERP (*Enterprise Resource Planning*). Para ello, en primer lugar se definen y describen las características principales los sistemas ERP. A continuación se enumeran los métodos de estimación más habituales y su aplicabilidad a los proyectos software en ERP. Posteriormente se describen las características de la base de datos de proyectos utilizada como referencia y se analizan los resultados obtenidos.

## 2. Los sistemas ERP

Un ERP (*Enterprise Resource Planning*) es una aplicación que integra en un único sistema todos los procesos de negocio de una empresa. Adicionalmente se pretende que todos los datos estén disponibles todo el tiempo para todo el mundo en la empresa de una manera centralizada.

Los sistemas ERP son una evolución de los sistemas MRP (*Planificación de Requerimientos de Materiales*) y MRP2 (*Planificación de Recursos de Fabricación*) que se originaron en las empresas de fabricación. Ambos sistemas se centraban sobre todo en las existencias y los materiales necesarios para dicha fabricación, y que progresivamente fueron incorporando otros de los procesos de negocio hasta los actuales sistemas ERP.

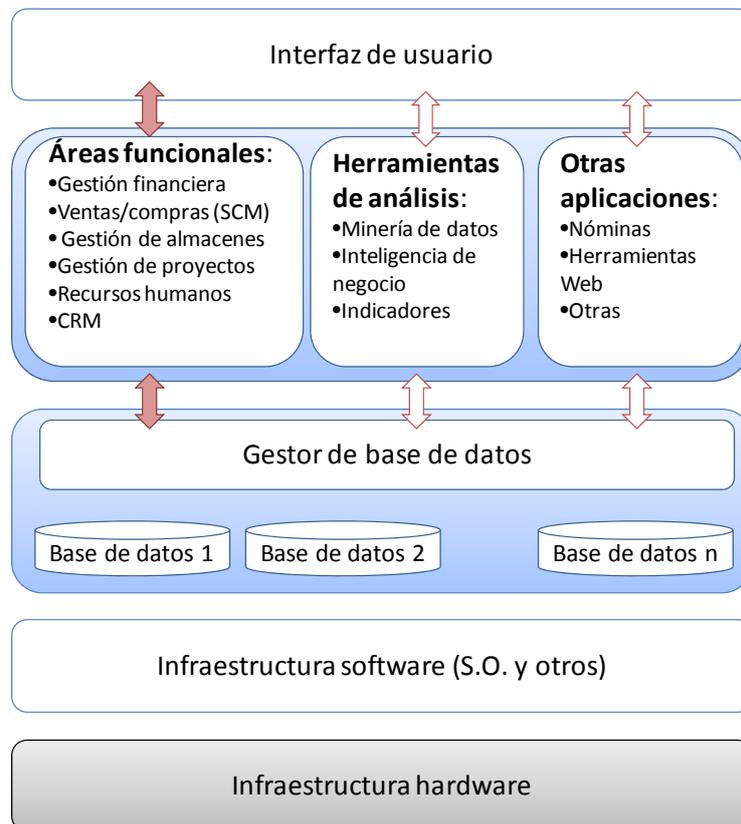
Como se observa en la Figura 1 un ERP gestiona cada uno de las áreas funcionales de la empresa (gestión financiera, ventas y compras, almacenes, proyectos, recursos humanos,...) a través de distintos módulos, todos ellos compartiendo un sistema gestor de base de datos, lo que permite que puedan compartir y transferir información libremente. Junto a esos módulos básicos existen otras herramientas de análisis y aplicaciones complementarias, que también obtienen información de la misma base de datos.

Para ser considerado como tal, un ERP tiene que cumplir las siguientes características:

- **Integralidad:** permite controlar los diferentes aspectos de una empresa.
- **Modularidad:** la funcionalidad se encuentra dividida en módulos, los cuales pueden instalarse de acuerdo con los requerimientos del cliente.
- **Adaptabilidad:** los ERP están creados para adaptarse a cada empresa por medio de la parametrización de los procesos de acuerdo con las salidas que se necesiten de cada uno.

Esto descarta como ERP aquellos programas basados en múltiples aplicaciones independientes o modulares que duplican la información o no la centralizan en una única base de datos. Un ERP debe incluir todas aquellas funcionalidades que una empresa pueda necesitar integradas y enlazadas entre sí. Aunque no siempre las empresas las necesiten en este momento, deben de estar disponibles internamente para dar respuesta a las necesidades futuras.

**Figura 1: Esquema de funcionamiento de un ERP**



Entre las principales razones que justifican el por qué deben las empresas invertir en un sistema ERP es posible citar:

- Se reduce la incertidumbre con respecto a la veracidad de la información, es decir todas las áreas de la empresa manejan la misma información integrada, no existen diferentes sistemas departamentales que hacen que pueda haber datos corruptos y que ponen en duda la veracidad de la información.
- Mejoran la comunicación interdepartamental permitiendo tener un mayor conocimiento de lo que está sucediendo en la empresa.
- Se elimina la duplicidad de información, se cuentan con datos más robustos produciendo información más fiable.
- Se hace más eficiente la integración de los procesos comerciales.

Debido a su amplia funcionalidad, los ERP son sistemas software muy grandes y complejos, por lo que habitualmente en la implantación de un ERP es necesaria algún tipo de parametrización. Esto es debido a que los paquetes ERP son genéricos y pueden no corresponderse con los procesos de negocio existentes o no cubrir completamente los

objetivos o necesidades. La correcta parametrización es lo que hace de la implantación de un ERP un éxito o un fracaso.

En la actualidad existen compañías especializadas en la implantación de ERPs, que se encargan desde la planificación, diseño de la arquitectura, migración de datos e integración de los distintos módulos. Estas compañías se ocupan de la configuración del sistema como de la consultoría de negocio, ajustando los procesos de negocio actuales de la organización a los correspondientes procesos en el sistema ERP.

Hoy en día, los mayores proveedores ERP son SAP, Baan, Oracle y PeopleSoft. SAP es considerada la mayor empresa proveedora de ERP a nivel mundial, contribuyendo para eso haber sido una de las pioneras. PeopleSoft es el segundo mayor proveedor mundial, siendo su fuerte los módulos de gestión de recursos humanos. Los sistemas ERP han mantenido un éxito continuo debido a la oferta de nuevas funcionalidades así como el constante aumento del número de clientes conocidos mundialmente.

### **3. La estimación del plazo en los proyectos software**

La estimación precisa del tiempo y los recursos necesarios para el desarrollo de un proyecto, es esencial para el desarrollo de cualquier proyecto, pero más si cabe, en el sector informático, en el que los plazos y los presupuestos se superan de forma habitual.

Dado que en los proyectos software el coste principal es el correspondiente a los gastos de personal, la determinación del mismo se deriva directamente de la estimación del tamaño, el esfuerzo y el plazo. La estimación del tamaño es una métrica que nos permitirá identificar o comparar la complejidad del producto software, generalmente se mide en líneas de código, puntos de función o equivalente, que tendrá el producto final. La estimación del esfuerzo es el número de personas-mes necesarias para lograr el producto final. La estimación del plazo es el calendario de tiempo que se necesita para acometer el esfuerzo estimado, teniendo en cuenta las restricciones organizativas y los posibles paralelismos que pueden ser derivados.

La estimación en los proyectos de sistemas de información presenta dificultades particulares si la comparamos con la predicción en otros sectores industriales, en los que es habitual producir el mismo tipo de producto una y otra vez y con los mismos métodos. En el desarrollo de sistemas software, por el contrario, es habitual desarrollar un nuevo producto cada vez, empleando distintas técnicas y herramientas, tanto hardware como software, que además evolucionan rápidamente.

Para realizar un estudio de la estimación del plazo en un proyecto de sistemas de información es necesario identificar el tamaño del producto a generar así como el esfuerzo necesario para ejecutar dicho proyecto. Para lo cual será necesario utilizar distintas técnicas y procedimientos que permita conocer con adelanto la estimación del tamaño y el esfuerzo.

Los métodos de estimación del plazo, como norma general, utilizarán como entradas distintos parámetros que aportan información sobre el tamaño y la complejidad de nuevo desarrollo. Para estimar el tamaño del producto software, habitualmente, se utiliza el análisis de puntos de función, (Albrecht & Gaffney ,1983) el cual es una métrica que cuantifica la funcionalidad que hay que entregar al usuario al construir o ampliar una aplicación. La propuesta inicial de los puntos de función que fue realizada por A. J. Albrecht, ha sufrido diversos refinamientos y han aparecido diferentes versiones de la misma.

La gran potencialidad de este método está en que permite medir el tamaño de los proyectos de sistema de información, a partir de la visión que tienen los usuarios finales de las funciones que requiere la aplicación, sin preocuparse de la tecnología, herramientas o lenguajes de programación que serán utilizados. Una vez identificados estos factores se han

de aplicar unos factores de ajuste que tienen en cuenta circunstancias como factores humanos o tecnológicos.

Después de conocer el tamaño u otras características del sistema a desarrollar, se pueden aplicar los métodos de estimación del esfuerzo o plazo entre los que más frecuentemente se utilizan están:

- Modelos de regresión lineal
- COCOMO (Boehm et al.,1995)
- SLIM (Putnam & Fitzsimmons,1979)
- Analogías, razonamiento basado en casos, ANGEL (Shepper & Schofield ,1997)
- Redes neuronales y sistemas inteligentes

#### **4. La estimación del plazo en los proyectos ERP**

Tanto las licencias de los proveedores de sistemas ERP, como los sistemas hardware necesarios representan una pequeña fracción del coste de implantación de este tipo de sistemas. La parte principal del coste es la adaptación del sistema ERP a las necesidades y procesos de la empresa, (Daneva & Wieringa, 2008).

Los modelos tradicionales de estimación de coste, plazo o esfuerzo miden fundamentalmente el tamaño y la complejidad del proyecto software en términos de líneas de código o puntos de función a desarrollar. Sin embargo, los proyectos ERP parten de un software estándar que debe ser adaptado o parametrizado lo que, en principio, supone una reducción en las actividades de desarrollo de código, aunque no necesariamente en cuanto a complejidad del proyecto. Por tanto, los métodos tradicionales de estimación deben ser revisados para adaptarse a este tipo de proyectos en los que el sistema de información no debe ser desarrollado desde cero.

Distintos estudios demuestran que la estimación del tamaño del software no es suficiente para estimar de forma precisa el esfuerzo (y por tanto el plazo) de los proyectos ERP. Otros factores deben tenerse en cuenta como el número y tamaño de los módulos ERP a implementar, factores como el tamaño de la organización de destino o el número total de usuarios que van a emplear el sistema, (Francalanci, 2001). Algunos autores añaden nuevos componentes a tener en cuenta como los de formación o experiencia, motivación y grado de reorganización de la empresa destino requerido, (Equey et al., 2008), (Kusters, Heemstra F. & Jonker, 2007).

Diversos estudios han evaluado la aplicabilidad de los métodos tradicionales descritos anteriormente a los proyectos ERP. Por ejemplo, E. Stensrud (2000) afirma que los modelos de regresión lineal son la mejor alternativa para dicha estimación. Según Daneva y Wieringa (2008), Accenture Global SAP Service proporciona una caracterización del tamaño basado en 10 aspectos:

- nº de usuarios
- nº de servicios
- Unidades de negocio
- Interfaces software
- Interfaces EDI (Electronic Data Interchange)
- Conversión de datos

- Informes a medida
- Pantallas modificadas
- módulos ERP

Por otro lado, SAP Information Systems está desarrollando una propuesta para una definición de tamaño de un ERP que incluye el número de mandantes (instancias del ERP) y transacciones (código de ejecución de un programa o desarrollo).

## 5. Estudio de la base de datos ISBSG

Uno de los grandes problemas existentes en la estimación de software utilizando técnicas basadas en datos es precisamente la escasez de conjuntos de datos fiables. Debido a ello surgen diferentes intentos de establecer repositorios de datos lo suficientemente amplias.

Para el desarrollo del trabajo se utiliza un conjunto de datos pertenecientes al International Software Benchmarking Standards Group, ISBSG (2004), recopilados a partir de la información extraída de la ejecución de más de 3000 proyectos. Este repositorio de datos se ha convertido en uno de los más utilizados por investigadores de todo el mundo aplicando técnicas de algoritmos inteligentes a la estimación de proyectos software.

Esta base de datos contiene información recogida de proyectos relativa a:

- Métrica del tamaño, es decir, información sobre el tamaño del producto que se desarrolló.
- Esfuerzo empleado en el proyecto.
- Calidad de los datos, según criterios de la propia organización.
- Tipo y calidad del producto, con datos, relativos al lenguaje y plataforma de desarrollo, el área a que va destinado, el número de defectos detectados, etc.
- Utilización de herramientas CASE o metodologías.
- Tamaño máximo del equipo.
- Tiempo transcurrido.
- Ratios entre el esfuerzo por punto de función, es decir, productividad.

ISBSG aporta alrededor de 100 variables o atributos para cada uno de los proyectos recogidos en la base de datos. Para el objetivo de este estudio se han agrupado los atributos que potencialmente pueden ser utilizados en tres categorías atendiendo a los factores que influyen sobre el plazo, identificados anteriormente.

En la Tabla 1 se enumeran los atributos disponibles en la base ISGSB relacionados con el tamaño del proyecto, así como la complejidad del entorno tecnológico en el que se desarrolla.



**Tabla 1: Atributos relativos al tamaño**

Atributo	Descripción
Count Approach	Técnica utilizada para el recuento del tamaño del proyecto.
Functional Size	Recuento de puntos de función sin ajustar.
Adjusted Function Points	Recuento de puntos de función ajustados.
Value Adjustment Factor	Factor de ajuste, que refleja el entorno tecnológico en el que se desarrolla el proyecto, así como la complejidad del proyecto y la eficiencia entre otros factores.
Input count	Las entradas de los puntos de función sin ajustar (UPF).
Output count	Las salidas de los UPF.
Enquiry count	Las consultas de los UPF.
File count	Los ficheros de los UPF.
Interface count	Los interfaces de los UPF.
Lines of code	Líneas de código.

Otro de los grupos identificados como atributos potenciales para el estudio son los que están relacionados con el esfuerzo o el plazo del proyecto.

**Tabla 2: Atributos relativos al esfuerzo y plazo**

Atributo	Descripción
Summary Work Effort	Recuento de horas registradas en el proyecto.
Normalised Work Effort	Para proyectos que no cubren la totalidad del ciclo de vida del proyecto, este valor es una estimación de la duración total del proyecto.
Project Elapsed Time	Tiempo transcurrido en el calendario del proyecto en meses.
Effort Plan	Esfuerzo registrado en la fase de planificación.
Effort Specify	Esfuerzo registrado en la fase de especificación.
Effort Design	Esfuerzo registrado en la fase de diseño.
Effort Build	Esfuerzo registrado en la fase de desarrollo.
Effort Test	Esfuerzo registrado en la fase de pruebas.
Effort Implement	Esfuerzo registrado en la fase de implantación.
Max Team Size	Tamaño máximo del equipo.
Average Team Size	Tamaño medio del equipo.

En la Tabla 3 se enumeran los atributos que recogen información sobre la productividad medida en horas por punto de función.

**Tabla 3: Atributos relativos a la productividad**

Atributo	Descripción
Reported PDR (afp)	Horas por punto de función calculadas como Summary Work Effort / Adjusted Function Points
Project PDR (ufp)	Horas por punto de función calculadas como Summary Work Effort / Function Points
Normalised PDR (afp)	Horas por punto de función calculadas como Normalised Work Effort / Adjusted Function Points
Normalised PDR (ufp)	Horas por punto de función calculadas como Normalised Work Effort / Function Points

Para identificar entre el conjunto de proyectos aquellos desarrollados en entornos ERP se han utilizado distintos atributos como el tipo de aplicación, la plataforma utilizada, el lenguaje principal de desarrollo, si se trata o no de una parametrización, la tecnología hardware o el tipo de relación entre los participantes del proyecto entre otros. Como resultado se han obtenido dos conjuntos de datos sobre los que se trabajará.

Con el objetivo de analizar el tipo de medida de tamaño del software se analiza el atributo "Count approach". En la Tabla 4 se enuncian los principales métodos de medición de los puntos de función utilizados en el conjunto de datos.

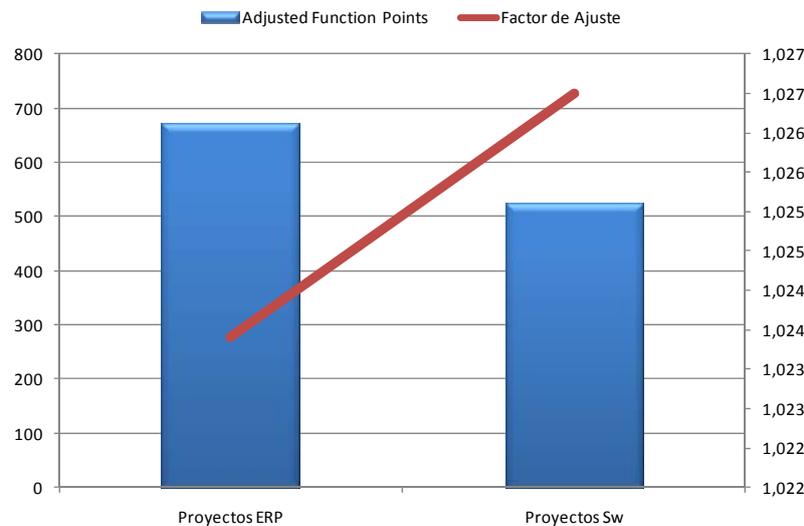
**Tabla 4: Tipos de medición de tamaño**

Count Approach	Casos	%
IFPUG	2456	89,5%
NESMA	134	4,9%
COSMIC-FFP	69	2,5%
Mark II	34	1,2%
LOC	22	0,8%
Otros	30	1,1%

Para garantizar la homogeneidad de los datos se empleará para este estudio sólo aquellos casos que utilizan IFPUG como técnica de medición de puntos de función, dado que es la mayoritaria tanto en los proyectos software general como en los proyectos ERP.

Como indicador del tamaño de los proyectos se ha optado por el atributo "Adjusted Function Points" dado que refleja el tamaño funcional del proyecto ajustado a sus características específicas. En relación a la complejidad, dado que no hay ningún atributo que refleje este factor, se ha decidido por utilizar como indicador el propio factor de ajuste de los puntos de función que tiene en cuenta variables como el entorno tecnológico, las características del equipo de desarrollo, etc.

En la Figura 2 se observa que el tamaño medio de los proyectos ERP es superior al valor medio de los proyectos software generales. Por el contrario el factor de ajuste, como medida de complejidad, es superior en los proyectos software de carácter general, lo que reflejaría el hecho de que en los proyectos ERP se reutiliza código, los equipos tienen una formación específica elevada y mayor experiencia, facilidad de los cambios y modularidad, etc.

**Figura 2: Comparación del tamaño del software y la complejidad según el tipo de proyecto**

El esfuerzo a lo largo del ciclo de vida del proyecto se analiza a través de los atributos "Effort Plan", "Effort Specify", "Effort Build", "Effort Test", "Effort Implement". Se ha descartado la utilización del atributo "Effort Design" debido a que existe porcentaje muy elevado de proyectos sin valor, especialmente en los proyectos ERP.

En la Figura 3 se representa el esfuerzo a lo largo del ciclo de vida de los proyectos tanto para los proyectos software general como para los proyectos ERP. Para poder comparar este comportamiento entre los dos tipos de proyectos se ha representado el porcentaje de esfuerzo de cada una de las fases.

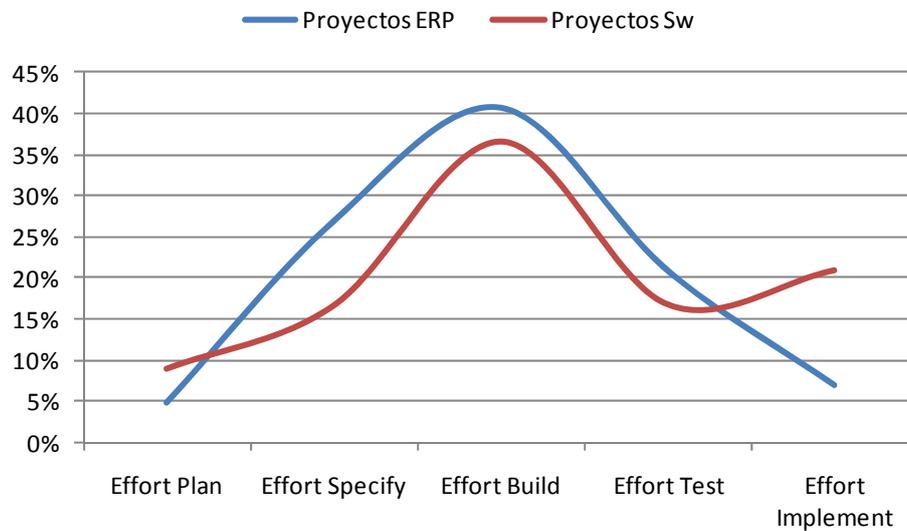
En la fase de planificación "Effort Plan" los proyectos ERP asignan una proporción del esfuerzo inferior al de los proyectos software de carácter general. Una de las causas que provocan este efecto es la debida a que la fase de planificación en un proyecto ERP es un proceso con pocas variaciones y del que se dispone de datos históricos procedentes de implantaciones previas de los mismos módulos.

Por el contrario en la Figura 3, se puede observar que la fase de especificación y toma de requisitos "Effort Specify", refleja un esfuerzo muy superior en los proyectos ERP debido a que esta fase es la que recopila tanto los requisitos técnicos como los que permiten el rediseño de los procesos de negocio afectados, reflejando un esfuerzo superior que en los proyectos software generales.

Las siguientes fases "Effort Build" y "Effort Test" de la Figura 3, tienen un comportamiento similar en los dos tipos de proyectos.

En la fase de implantación, "Effort Implement", es donde se produce una mayor diferencia entre los dos tipos de proyectos, dado que en los proyectos software generales el esfuerzo es muy superior al de los proyectos ERP. La causa de esta gran diferencia se encuentra en que los sistemas ERP disponen de herramientas específicas de alta fiabilidad para la migración de datos y la puesta en producción del proyecto.

Figura 3: Evolución del esfuerzo en el ciclo de vida



Como idea general en la Figura 3, se observa que el esfuerzo en los proyectos ERP se acumula en mayor medida en las fases iniciales del proyecto, a diferencia de los proyectos software generales que acumula el esfuerzo en las fases finales. Los sistemas ERP proporcionan herramientas que desplazan el esfuerzo hacia las primeras fases del proyecto aumentando la capacidad de reacción ante una mala estimación del plazo.

## 6. Conclusiones

Como resultado final del estudio se puede concluir que:

- En los proyectos ERP se mide únicamente el tamaño de las parametrizaciones o adaptaciones solicitadas por el cliente mientras que en el tamaño de un proyecto software tradicional se parte desde cero. En este estudio se ha seleccionado, entre las variables disponibles para medir el tamaño funcional, el atributo correspondiente a los Puntos de Función Ajustados ("Adjusted Function Points") junto con el Factor de Ajuste ("Value Adjustment Factor") para reflejar la complejidad del proyecto.
- Como resultado del análisis del conjunto de datos de ISBSG se puede deducir que el tamaño funcional medio de los proyectos ERP es mayor que en los proyectos software, pero sin embargo su complejidad es menor. Este resultado se debe a que los proyectos ERP tienen una gran funcionalidad, pero están desarrollados en un entorno tecnológico muy controlado. Sería conveniente incorporar nuevos atributos para medir el tamaño funcional dado que los Puntos de Función medidos de forma tradicional no se ajustan a las características de los proyectos ERP.
- Se ha estudiado la distribución del esfuerzo en las distintas fases del ciclo de vida de los proyectos ERP, comparándola con la correspondiente a los proyectos software de carácter general. Se ha comprobado que existen diferencias en determinadas etapas, destacando las etapas de planificación e implantación. Existe una reducción del esfuerzo en ambos casos, con mayor intensidad en la fase de implantación de los proyectos ERP respecto al resto de proyectos.
- El conjunto de datos de ISBSG estudiado confirma que las utilidades de implantación proporcionadas por los sistemas ERP reducen la carga de esfuerzo en las fases finales del proyecto, trasladándola a fases previas, lo que proporciona una mayor

capacidad de reacción ante una estimación inicial del plazo deficiente. Este perfil de distribución de la carga de trabajo constituye una característica diferenciadora de los proyectos ERP frente al resto de proyectos software.

## 7. Referencias

- Albrecht, A. J. & Gaffney, J. E.(1983) Software function, source lines of code and development effort prediction: A software science validation, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. SE-9(6), pp. 639-647.
- Boehm, B.W. et al., (1995) Cost models for future life cycle processes: COCOMO 2.0, *Annals Software Engineering* 1(1), pp.1-24.
- Daneva, M. & Wieringa, R.(2008) Cost estimation for cross-organizational ERP projects: research perspectives. *Software Qual J* 16 (2008), pp. 459-481.
- Equey, C et al., (2008) Proceedings of the Tenth International Conference on Enterprise Information Systems, *ICEIS 2008 – Vol. DISI*, pp. 143-148 .
- Francalanci, C. (2001) Predicting the implementation effort on ERP projects, *Journal of Information Technology* 16(1), pp. 33-48.
- ISBSG (2004) International Software Benchmarking Standars Group, Data repository, Release 9, 2004.
- Kusters, R.J., Heemstra F.J., & Jonker, A. (2007) Determining the costs of ERP implementation, *Proceedings of the 9th International Conference on Enterprise Information Systems, Vol. Database and Information Systems Integration*, pp. 102-110.
- Stensrud, E. (2001) Alternative approaches to effort prediction of ERP projects, *Information and Software technology* 43, pp. 413-423.
- Putnam LH, & Fitzsimmons, A. (1979) Estimating software cost, *Datamation*.
- Shepper, M. J., & Schofield, C., (1997) Estimating software project effort using analogies, *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol. 23(12), pp. 736-743.
- Villanueva, J. (2005) Estimación de costes y plazos en proyectos de sistemas de información. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Universidad de Oviedo. Área de Proyectos de Ingeniería.  
Phone: + 34 985 10 42 72  
Fax: + 34 985 10 42 56  
E-mail: [gestion@api.uniovi.es](mailto:gestion@api.uniovi.es)  
URL: [www.api.uniovi.es](http://www.api.uniovi.es)