

# Coste de desarrollo de una IDE: el caso de uso del proyecto SDIGER

E. Fernández-Villoslada, J. Nogueras-Iso, M.A. Latre, R.Béjar,  
P.R.Muro-Medrano, F.J. Zarazaga-Soria,

Departamento. de Informática e Ingeniería de Sistemas  
Universidad de Zaragoza, María de Luna 1, 50018 Zaragoza  
Tlf: 976 762 134 Fax: 976 761 914.  
e-mail: {evaf, jnog, latre, rbejar, pmuro, javy}@unizar.es

## Resumen

El desarrollo de cualquier sistema de información en general, y el de una Infraestructura de Datos Espaciales en particular, lleva asociado todo un conjunto de costes que es necesario estimar previamente, para luego hacer un seguimiento de los mismos y una posterior evaluación una vez finalizado al objeto de verificar el más que probable desfase entre lo estimado y lo real. El resultado de este análisis permite identificar problemas y aprender para futuros desarrollos.

**Palabras clave:** Análisis de costes, Infraestructuras de Datos Espaciales, IDE, proyecto SDIGER.

## 1 Introducción

El desarrollo de cualquier sistema de información en general, y el de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en particular, lleva asociado todo un conjunto de costes que es necesario estimar previamente, para luego hacer un seguimiento de los mismos y una posterior evaluación una vez finalizado al objeto de verificar el más que probable desfase entre lo estimado y lo real. El resultado de este análisis permite identificar problemas y aprender para futuros desarrollos. Además una estimación precisa es muy importante para posteriormente poder: realizar un análisis costo-beneficio y financiero adecuado; realizar análisis de inversión acertados; proveer la base para la evaluación gerencial de múltiples

proyectos; servir de fundamento para los cronogramas, asignación de personal, gerencia de proyectos y definición de estructura; y evitar problemas como la renegociación de contratos, sobretiempos, incrementos de los costos de los usuarios o de los costos de los proyectos

El mayor hándicap con el que se cuenta en la actualidad en el mundo de las infraestructuras de datos espaciales es la no existencia de trabajos previos que se hayan preocupado de identificar las fuentes de los problemas asociados a su construcción y puesta en funcionamiento, así como de la realización de una contabilidad previa que permita partir de una base razonable sobre la que apoyar trabajos de planificación. Por ello, será necesario basarse en la experiencia del grupo desarrollador del proyecto, así como en métodos tradicionales de análisis de costes. Hay que tener en cuenta que todo análisis de costos involucra tanto costo/beneficio como costo/efectividad. La determinación del costo y beneficio analiza los costos de un procedimiento específico o de la aplicación de una tecnología a sus probables beneficios en términos monetarios. En contraste, la evaluación de costo y efectividad se refiere a los costos de un procedimiento y sus beneficios estimados en efectos relacionados con el cumplimiento al 100% de los objetivos planteados inicialmente.

El objetivo de este artículo es presentar el trabajo realizado dentro del marco del proyecto SDIGER [1,2,3] para estimar los costes de implantación de una IDE a nivel Europeo. SDIGER es un proyecto piloto de la propuesta de Directiva INSPIRE [4] consistente en el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa para apoyar el acceso a recursos de información geográfica requeridos por la Directiva Marco del Agua (DMA) [5] dentro de un contexto inter-administrativo y transfronterizo. El contexto elegido como prototipo para el desarrollo del proyecto ha sido la zona transfronteriza entre Francia y España, zona donde coexisten más de dos lenguas oficiales y donde se entrecruzan la cuenca hidrográfica del Adour-Garonne, gestionada por L'Agence de l'Eau Adour-Garonne, y la cuenca hidrográfica del Ebro, gestionada por la Confederación Hidrográfica del Ebro (ver portal del proyecto en <http://www.sdiger.net>).

Sin embargo, a pesar de poner en marcha la IDE en un contexto específico, el principal objetivo del proyecto es que esta experiencia sirviese para estimar el coste de implementar una IDE a nivel europeo, identificando los problemas encontrados y las experiencias de éxito implicadas en el desarrollo del mismo. La siguiente sección describe la forma de representar la extrapolación del prototipo del proyecto SDIGER a un contexto más general, que pueda extenderse a otros países y cuencas hidrográficas. A continuación la sección 4 presenta una fórmula capaz de extrapolar dicha valoración para un número flexible de cuencas hidrográficas y sus

autoridades competentes. Y por último, este artículo termina con una serie de conclusiones.

## **2 Representación del contexto de extrapolación**

### **2.1 Selección de la unidad de extrapolación**

Uno de los principales problemas encontrados durante el proceso de valoración de la implantación de SDIGER a nivel europeo es la heterogeneidad que podemos encontrar en dos aspectos principales: la organización administrativa de los estados miembros de la Unión Europea; y el estado de las tecnologías y disponibilidad de datos en el contexto de Infraestructuras de Datos Espaciales.

La heterogeneidad en la organización administrativa del país afecta en la definición de la granularidad usada para extrapolar el proyecto SDIGER. Se podría considerar la extrapolación del proyecto SDIGER como la adición de un nuevo país, p. ej. la participación de una nueva Agencia Cartográfica, una nueva Agencia de Medio Ambiente, etcétera. Sin embargo, esta asunción no es realista porque muchos países europeos en vez de establecer agencias centralizadas a nivel nacional han delegado estas responsabilidades en agencias federales/regionales. El proyecto SDIGER, puesto en práctica a ambos lados de la frontera entre Francia y España no ha afrontado todas las posibilidades de organización administrativa ya que es muy amplia. Aunque Francia esté más centralizada que España, España no es un ejemplo de país federal como Alemania. Y en el caso del Reino Unido o Bélgica es todavía bastante más diferente de Alemania.

La heterogeneidad en el estado tecnológico de las IDEs hace más complejo este ejercicio de extrapolación porque no es posible asumir una infraestructura básica. De hecho, la estimación de costes para un escenario extrapolado debe ser suficientemente flexible para proporcionar estimaciones más exactas para todos los casos (no disponibilidad de infraestructura, algunos servicios disponibles o disponibilidad de una IDE avanzada).

Por lo tanto, hemos pensado apropiado usar una cuenca hidrográfica (y su autoridad competente respectiva) como la unidad incremental para los escenarios de extrapolación. Hay dos motivos principales para esta elección. Por un lado, cada cuenca hidrográfica es una unidad indivisible cuya responsabilidad cae sobre una Autoridad Competente en cada Estado miembro. Y por otra parte, el estado de la tecnología y la disponibilidad de datos es o debería ser bastante homogéneo. Ya que la Directiva Marco del agua (DMA) ha entrado en vigor, y por tanto las Autoridades Competentes de cada cuenca hidrográfica están obligadas a

proporcionar una serie de datasets en unos plazos concretos. Estos datasets son precisamente las capas requeridas para los escenarios de la aplicación web de SDIGER. El estado de la tecnología no es homogéneo hoy día, pero en el futuro (cuando la DMA esté en un estado más avanzado) todas las Autoridades Competentes deberían alcanzar un nivel tecnológico comparable con el fin de poder proporcionar los datos requeridos. Al menos, una infraestructura de la cuenca hidrográfica lo suficientemente restringida para proporcionar una estimación razonable.

## 2.2 Selección de la unidad de medida

Otro problema adicional con el que nos encontramos para las estimaciones de coste es la selección de un conjunto unificado de unidades que sea capaz de proporcionar un conjunto homogéneo de valores.

Una primera aproximación habría sido seleccionar una unidad monetaria para poder incluir en las estimaciones tanto el coste de los recursos humanos, como del software necesario. Sin embargo, no resulta aconsejable incluir el coste del software en las estimaciones ya que este coste depende de demasiadas variables (quien es el cliente, número de equipos donde se instalará el software, impacto del proyecto, políticas impositivas de cada país,...). Lo que sí resulta razonable es considerar que todas las soluciones software tendrán un coste similar en cuanto a los recursos humanos necesarios para su instalación y la adaptación.

Por otro lado, las diferencias existentes dentro de la Unión Europea en cuanto a la valoración de la mano de obra tampoco permiten establecer un precio uniforme para todos los estados miembros de la Unión Europea. Así pues, la decisión final ha sido utilizar un "día laborable normalizado" como unidad estándar para la evaluación y la estimación de los costes presentados. Esta unidad estándar corresponde con el trabajo hecho durante un día laborable (37.5 horas de trabajo por semana, que es 7.5 horas de trabajo por día) por " una mano de obra normalizada ". " Una mano de obra normalizada " representa las capacidades de una persona con un nivel medio/alto de experiencia en una área específica. La Tabla 1 presenta una tabla de equivalencias entre " mano de obra normalizada " y los distintos niveles de formación y experiencia.

**Tabla 1. Mano de obra normalizada**

<b>Nivel de formación y experiencia</b>	<b>Equivalencia unidades</b>
Director de proyecto (> 3 años de experiencia )	3

Director de proyecto (< 3 años de experiencia )	2
Ingeniero de software (> 3 años de experiencia en análisis)	2.5
Ingeniero de software (< 3 años de experiencia en análisis)	1.5
Ingeniero de software (> 3 años de experiencia en diseño)	1
Ingeniero de software (< 3 años de experiencia en diseño)	0.75
Programador software (> 3 años de experiencia)	0.75
Programador software (< 3 años de experiencia)	0.5
Creador de metadatos (> 1 año de experiencia)	0.5
Creador de metadatos (< 1 año de experiencia)	0.25
Administrador de sistemas (> 3 años de experiencia)	1
Administrador de sistemas (< 3 años de experiencia)	0.75
Ingeniero en Geodesia (> 3 años de experiencia)	1.5
Ingeniero en Geodesia (< 3 años de experiencia)	1
Geógrafo (> 3 años de experiencia)	1
Geógrafo (< 3 años de experiencia)	0.75

### 2.3 Desglose de actividades a estimar

Esta sección proporciona un desglose de las actividades requeridas para la implantación del proyecto SDIGER a nivel Europeo. Estas actividades están organizadas en tres niveles:

- Actividades asumidas. Se presupone que las instituciones que van a participar en el proyecto han recopilado un mínimo de información que es absolutamente necesaria para el desarrollo del proyecto. Si no se dispone de esta información será imposible ejecutarlo.
- Modelado y actividades reutilizables. Este segundo nivel está constituido de las actividades (incluyendo la definición de modelos, desarrollo de metodologías y tecnología, y decisiones tomadas en cuanto al software y hardware) que han sido realizadas para el Proyecto SDIGER y que pueden ser utilizadas en los escenarios extrapolados, de manera que no se tendrán que repetir.

- Actividades específicas del contexto. Este tercer nivel consiste en las actividades que dependen de la naturaleza de las entidades implicadas en el escenario de aplicación, p. ej. el conjunto mínimo de servicios e información que se deberían proporcionar en el contexto del proyecto SDIGER.

Se debe indicar que la valoración de costes que se realiza debe centrarse en las actividades consideradas en el segundo y tercer nivel porque las actividades consideradas en el primer nivel son asumidas en el escenario de extrapolación. La estimación de gastos de las actividades del segundo nivel representan los gastos fijos del proyecto independientemente del número de cuencas hidrográficas y autoridades competentes implicadas. Adicionalmente, se debe prestar una atención especial a la estimación de gastos del tercer nivel ya que representan el coste de incorporar al proyecto una nueva cuenca hidrográfica y autoridad competente. Y como se ha mencionado en el apartado dos, este tercer nivel abarca un gran número de factores desconocidos.

Para desarrollar este análisis, en primer lugar, será necesario considerar los gastos de definición del modelo y de las actividades reutilizables basadas en los presentes gastos que la puesta en práctica de proyecto SDIGER supone, y que podrán ser utilizadas en los contextos extrapolados. Este concepto se refiere a la valoración de los gastos fijos incurridos en la puesta en práctica de un IDE, que incluye, la definición del escenario de aplicación, la definición de perfiles metadata, desarrollo de herramientas de edición de metadata, definición de modelos comunes, desarrollo de un geoportal internacionalizado, diseño e implementación de un catálogo para el cliente, diseño e implementación de “gazetteer”, implementación de un visualizador de mapas internacionalizado y la configuración de algunas capas fijas, desarrollo de aplicaciones Web que requieren el análisis, el diseño y la implementación de componentes de software expresamente creados para la implementación de los casos de uso definidos en el escenario de aplicación, adquisición de software y hardware, adaptación para infraestructuras multilingüe y otras actividades incluidas dentro de la gestión general del proyecto.

En segundo lugar, será necesario valorar los costes de las actividades que dependen de la naturaleza de las entidades implicadas en el escenario de aplicación del proyecto, tomando como referencia los verdaderos costes de implementación del proyecto SDIGER. Esta clase de gastos puede ser identificada como costes variables y dentro de esta clasificación encontramos: reingeniería de datos, reingeniería de aplicaciones Web, reingeniería de los datos de índice geográfico, reingeniería de datos de tesoro, recopilación de metadatos, configuración de servicios (servicios de catálogo, gazetteer, acceso a datos, tesauros etc.), adaptación multilingüe, personalización de las aplicaciones Web (esta actividad incluye el

estudio de legislación y el ajuste de algunos parámetros de software), mantenimiento de servidores, actividades relacionadas con la adquisición de hardware y el software (esta adquisición depende de la situación específica de las instituciones del país implicado en el proyecto) y otras actividades relacionadas con la comunicación y la coordinación con los directores del Proyecto.

#### **4 Estimación de costes**

El objetivo de esta sección es proporcionar la estimación de costes de las actividades descritas en la sección 2.3, con el fin de proporcionar posteriormente una fórmula que nos permita obtener la estimación de costes para un número flexible de cuencas hidrográficas y sus autoridades competentes.

Para realizar la estimación de costes para el escenario de extrapolación se ha construido una tabla de estimación donde se facilita para cada actividad la siguiente información:

- Coste unitario. Esta es la estimación unitaria del coste de cada actividad en días laborables normalizados. Se debe tener en cuenta que la estimación de costes de estas actividades está altamente influenciada por los problemas encontrados en el desarrollo de estas actividades.
- Factor de escalabilidad. Indica la unidad usada para escalar cada actividad en un contexto específico dentro de un escenario de extrapolación.

Sobre esta tabla de estimación, resulta inmediato estimar los costes para un escenario de extrapolación específico ya que solo hay que valorar el número de unidades necesarias en ese contexto, calcular el número de “días laborables normalizados” requeridos por actividad, y obtener la suma total de “días laborables normalizados”.

**Tabla 2. Estimación de actividades reutilizables**

Actividades	Coste unitario	Factor de escalabilidad	Nº unidades contexto	Coste contexto
1. Definición del escenario de aplicación	40	No aplicable	No aplicable	40
2. Definición de los perfiles de metadatos	60			60
3. Herramienta de edición de metadatos	120			120
4. Definición de modelos comunes				0
4.1. Datos geográficos	60			60
4.2. Contenidos de gazetteer	20			20
4.3. Contenidos de tesauros	5			5
5. Desarrollo de infraestructura para geoportales internacionalizados				
5.1. Infraestructura	40			40
5.2. Cliente de catálogo	50			50
5.3. Cliente de gazetteer	20			20
5.4. Visualizador de mapas	20			20
5.5. Aplicaciones Web	180			180
6. Adquisición hardware y software	12			12
7. Infraestructura para adaptación multilingüe	25			25
8 Gestión general	80			80

Un extracto de esta tabla de estimación se muestra en las tablas 2 y 3. La

Tabla 2 muestra la estimación de las actividades reutilizables (independientes del contexto). La Tabla 3 muestra la estimación de las actividades que si son dependientes del contexto y donde la columna “Factor de escalabilidad” cobra todo su sentido. Adicionalmente, se puede observar como se han rellenado las columnas “Número de unidades contexto” y “Coste contexto” para realizar los cálculos correspondientes al prototipo llevado a cabo dentro del proyecto SDIGER en la zona transfronteriza de España y Francia (cuencas hidrográficas del Ebro y Adour-Garonne), incluyendo el mantenimiento de la infraestructura durante un año. La columna "Coste contexto" presenta el número total de días laborables por actividad y la estimación total de días laborables es 1180.

**Tabla 3. Estimación de actividades específicas del contexto (CH=Cuenca Hidrográfica)**

Actividades	Coste unitario	Factor de escalabilidad	Nº unidades contexto	Coste contexto
1. Reingeniería de datos				
1.1. Datos geográficos	20	CH	2	40
1.2. Datos de gazetteer	15	CH	2	30
1.3. Datos de tesauros	5	tesauro	8	40
2. Recopilación de metadatos	10	CH	2	20
3. Configuración de servicios				
3.1. Servicios de catálogo	15	centralizado	1	15
3.2. Servicios de gazetteer	10	centralizado	1	10
3.3. Servicios de visualización	12	CH	2	24
3.4. Servicios de acceso a datos	12	CH	2	24
3.5. Servicios de tesauros	10	centralizado	1	10
4. Adaptación multilingüe	31	idioma	3	93
5. Personalización Aplicación Web	10	CH	2	20
6. Adquisición hardware y software	10	CH	2	20
7. Mantenimiento anual de servidores	26	CH	2	52
8. Otras actividades	25	CH	2	50

## **5 Conclusiones**

Este trabajo ha presentado un método para poder estimar la implantación de una IDE a nivel Europeo que involucre a varias instituciones de distintos estados miembros. Se ha descrito la forma de hacer una representación genérica de un contexto de extrapolación, incluyendo la definición de unidades de extrapolación, unidades de medida y un desglose genérico de actividades. Y sobre esa representación genérica del contexto, se ha ofrecido una tabla de estimación para contextos de extrapolación basada en los costes reales de implantación en la zona trans-fronteriza de las cuencas del Adour-Garonne y del Ebro.

Sin embargo, hay que reconocer que las asunciones que se deben tomar para poder realizar estimaciones en el contexto de las IDEs pueden influir en su objetividad [6]. En primer lugar, hay múltiples variables que hacen difícil la estimación exacta de los gastos. Por ejemplo, hay que tener en cuenta los siguientes factores desconocidos: estado tecnológico en cada cuenca hidrográfica, el estado de implementación de la Directiva Marco del Agua, o la disponibilidad de recursos humanos en las Agencias Competentes para la implantación de SDIGER, su experiencia y formación. En segundo lugar, cabe mencionar que la mayor parte de las actividades del caso real implementado en las cuencas Ebro y Adour-Garonne han sido realizadas por un equipo de alta cualificación con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos relacionados con IDEs. Además, hay una buena relación entre las entidades socias debido a una historia común de proyectos anteriores. Y por último, la mayor parte del software usado en el prototipo implementado por el proyecto ha sido desarrollado por propias entidades desarrolladoras del proyecto.

En todo caso y aun reconociendo el margen de error inherente a cualquier actividad de estimación de costes, el trabajo presentado en este artículo permite monitorizar el desarrollo de proyectos con funcionalidades y arquitecturas similares. Los resultados aquí expuestos son trasladables con relativa facilidad a otros ámbitos ya que los recursos y servicios ofrecidos por una IDE se pueden reutilizar en distintos contextos. Es decir, aunque el diseño de las aplicaciones Web tengan un carácter específico, los servicios y los patrones arquitecturales sobre los que se construyen esas aplicaciones son completamente reutilizables.

## **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TIC2003-09365-C02-01 del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

## Referencias

- [1] M.A. Latre, F.J. Zarazaga-Soria, R. Béjar, P.R. Muro-Medrano, J. Nogueras-Iso, "SDIGER: A Cross-Border Inter-Administration SDI to support WFD Information Access for Adour-Garonne and Ebro river basins". Proc. 11th EC-GI & GIS Workshop, ESDI: Setting the Framework Alghero, Sardinia, 29th June - 1st July 2005
- [2] F.J. Zarazaga-Soria, J. Nogueras-Iso, M.A. Latre, A. Rodríguez, E. López, P. Vivas, P.R. Muro-Medrano, "Providing SDI Services in a Cross-Border Scenario: the SDIGER Project Use Case". Aceptado para su publicación en Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts, ESRI Press (editor: H. Onsrud), 2006
- [3] J. Nogueras-Iso, M.A. Latre, R. Béjar, P.R. Muro-Medrano F.J. Zarazaga-Soria. "SDIGER: Experiences and identification of problems on the creation of a transnational SDI", View Document. Actas de las Jornadas Técnicas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (JIDEE'05), Madrid (Spain), 24-25 November 2005
- [4] Commission of the European Communities (CEC), 2004. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing an infrastructure for spatial information in the Community (INSPIRE). COM(2004) 516 final, 2004/0175 (COD)
- [5] Official Journal (OJ) of the European Union, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe. L 327, 22/12/2000 pp. 0001-0073 (2000)
- [6] R.A. Longhorn, "MOTIIVE Experiences Using Simulation Software to Assess SDI Cost-Benefit". Proc. 12th EC-GI & GIS Workshop, ESDI: From Inspiration to Implementation, Innsbruck (Austria), June 2005