

# Las Metodologías de Desarrollo y la Mejora de Calidad de las Aplicaciones Web

Paloma Cáceres, Esperanza Marcos  
Departamento de Ciencias Experimentales e Ingeniería  
Universidad Rey Juan Carlos  
C/ Tulipán, s/n, 28933 - Móstoles  
Madrid (Spain)  
{ p.caceres /cuca }@escet.urjc.es

## Abstract

*La reciente aparición de la tecnología Web ha dado lugar a una rápida evolución y divulgación de la información a través de Internet. Con ello, han ido surgiendo diferentes tipos de aplicaciones que presentan, controlan y permiten trabajar con dicha información, con la finalidad de permitir el acceso a la misma a millones de usuarios en el mundo.*

*Pero como ocurre con cualquiera de las tecnologías emergentes, cuando el producto comienza a afianzarse en el mercado, generalmente no existe un proceso que garantice la ejecución ordenada y adecuada para el desarrollo de dicho producto. Actualmente ésta es la situación en la que se encuentran las aplicaciones Web. Los productos ya están en el mercado, los usuarios ya los conocen y están familiarizados con ellos. Pero ahora empiezan a reclamar ciertas necesidades que están parcialmente contempladas, y a expresar las carencias actuales. Comienzan a reclamar condiciones especiales de seguridad, de mejora de la velocidad y de la interfaz de usuario, y una actualización continua de la información. Todos estos requisitos y necesidades que presentan los usuarios se traducen en factores de calidad. Las aplicaciones Web ya existen, pero carecen de ciertos parámetros de calidad.*

## 1. Introducción

La existencia de un marco de calidad genérico es fundamental para obtener productos de calidad. La calidad de los sistemas de información implica conocer todas las expectativas sobre los productos, servicios y procesos de calidad de un negocio determinado. Un marco de calidad adecuado para el departamento de sistemas de información de una empresa debe contemplar diferentes dimensiones. En concreto, la calidad en la infraestructura, en el software, en los datos, en la información, en el servicio y también calidad administrativa, [13]. La descripción de cada una de estas dimensiones dentro de un marco general se detalla a continuación:

- La *calidad en la infraestructura* se refiere a la calidad del hardware y del software como soporte (redes y software de sistemas).

- La *calidad en el software* es la calidad de las aplicaciones que se crean y mantienen por el departamento de sistemas de información.
- La *calidad de los datos* es la calidad de la información de entrada a un sistema, que posiblemente provenga de diferentes sistemas de información.
- La *calidad de la información* se refiere a los datos generados por los sistemas. Esta información de salida puede que también sea información de entrada a otro sistema, por lo que está directamente relacionado con la calidad mencionada en el apartado anterior, la calidad de los datos.
- La *calidad administrativa* se refiere a la calidad en la dirección y organización del propio departamento de sistemas de información (planificación, dirección, presupuestos).
- La *calidad del servicio* hace mención a la calidad en los procesos de soporte a los clientes.

En lo que respecta a la calidad del desarrollo de las aplicaciones Web, es necesario centrarse en los aspectos que están directamente relacionados con la calidad del producto generado: la *calidad del software* a desarrollar; la *calidad de los datos*, si es que los datos van a incorporarse a nuestra aplicación, puesto que van a determinar la calidad o no del proceso de puesta en marcha y de alimentación durante todo el ciclo de vida de la aplicación; y por último, la *calidad de la información* porque se refiere a la calidad de la información de salida y puede influir en la calidad de los datos que lleguen a otros sistemas o aplicaciones, o incluso puede afectar al propio mantenimiento de la información de nuestra aplicación.

Debido a la urgencia en la creación de las aplicaciones Web y, sin duda también a su divulgación, no es tarea fácil generar productos Web de calidad. Según ha ido evolucionando el campo de la informática, comienza a aparecer una alta competitividad en el mercado de la generación de productos software y las fechas para el desarrollo de los mismos son, generalmente, muy ajustadas. Con la aparición de la tecnología Web, esto no ha mejorado. El cliente de una aplicación Web, necesita el producto para una fecha ya

pasada. Además, debido a la gran variedad de aplicaciones de este tipo, ya disponibles en la red y al alcance de gran multitud de usuarios, el cliente se impacienta y requiere el producto de forma casi inmediata.

Este crecimiento vertiginoso de la necesidad de disponer de cualquier información en la Web, lleva a plantearse seriamente la necesidad de disponer de una metodología para un desarrollo de calidad de este tipo de aplicaciones, de tal forma que puede ser evaluada positivamente. Para resolver la situación en la que se encuentra el desarrollo de los aplicaciones Web, y desde el punto de vista de la Ingeniería del Software, sería necesario desarrollar un método ágil capaz de dar guías y pasos en el proceso de desarrollo, profundizando en cómo resolver los problemas característicos de aplicaciones Web, con la finalidad de asegurar la calidad de las mismas. Las metodologías de desarrollo tradicionales no cubren las expectativas de las aplicaciones Web, [9]. Aunque en la actualidad comienzan a surgir distintas propuestas, tanto de metodologías de desarrollo para la Web ([18], [1], [4], [5]) como de metodologías de calidad propiamente dichas, aún no existe un consenso universalmente aceptado sobre cuáles deberían ser los criterios de calidad que deberían cumplir los productos Web, así como tampoco existe un consenso sobre qué metodologías de desarrollo están mejor orientadas a la consecución de los objetivos de calidad. En este sentido, nosotros estamos trabajando en la definición de una metodología genérica para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, MIDAS. La finalidad de nuestro trabajo es cubrir el hueco existente actualmente en el desarrollo de estos productos incorporando en el propio proceso técnicas de medición de la calidad que permitan asegurar que el producto obtenido cumple con los criterios deseados.

Para obtener un metodología específica para aplicaciones Web y al mismo tiempo genérica para los diferentes tipos de aplicaciones Web existentes, es necesario realizar una clasificación de este tipo de aplicaciones. También es necesario definir los criterios en función de los cuales se realiza la clasificación, es decir, definir una caracterización de aplicaciones Web. En este artículo se presenta nuestra propuesta además del marco metodológico que acoge a los diferentes tipos de aplicaciones existentes.

Este artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección 2 se indica nuestra propuesta de caracterización y clasificación de aplicaciones Web; en la sección 3, el marco metodológico que actualmente tenemos contemplado; finalmente, en la sección 4, indicamos las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Caracterización de aplicaciones Web

Para poder realizar una clasificación, es necesario identificar los criterios y características que poseen este tipo de aplicaciones. Sólo de esta forma se contemplará

toda la información fundamental y necesaria para la creación de una metodología completa que permita desarrollar cualquier aplicación Web con calidad, [19].

Una de las cuestiones fundamentales que diferencia las aplicaciones Web de la mayoría de las aplicaciones convencionales, es que se construyen sin conocer el perfil del posible usuario del sistema<sup>1</sup>. Ello dificulta, evidentemente, el diseño correspondiente a la interfaz de usuario. El interés por la interfaz de usuario ya se presentaba en los trabajos del campo de la hipermedia, [7], [8], [10]. Las aplicaciones hipermedia requieren, entre otras cosas, un comportamiento navegacional sofisticado y por esta razón se requiere un gran esfuerzo en el diseño y realización de esta parte de la aplicación Web, [12]. Sin un buen diseño navegacional de la aplicación, no se dispondrá de un desarrollo Web de calidad.

Otro punto de especial relevancia también, es sin duda el diseño y mantenimiento de la información del sistema. Muchos de los sitios Web actuales están basados en ficheros, es decir, que sus páginas Web se almacenan en ficheros separados. Sin duda, esta concepción puede llegar a plantear serios problemas de control de esa información, sobre todo para aplicaciones que manejen gran cantidad de ficheros, donde además lo usual es que cada fichero pertenezca a un autor diferente, [14]. Existen dos razones principales para plantearse el diseño de la información del sistema: el *cambio de datos* y la *redundancia de la información*. El proceso de *cambio* de la información publicada en la Web es complicado. Los datos están interconectados con organización hipertexto y con presentación gráfica. Esto dificulta la evolución de los sitios Web. Por otra parte, para facilitar la navegación y legibilidad de la información en la Web, a veces ésta se *duplica* (teléfonos, direcciones,...). Si surgiese la necesidad de un cambio, requeriría mucho trabajo tener toda la información actualizada, [2]. Sin un planteamiento adecuado de cómo ha de organizarse la información y de cómo recuperarla dinámicamente, no puede obtenerse un producto Web que cumpla con los criterios mínimos de calidad (la *calidad del software* [13]).

Existen otros autores que muestran un especial interés por todos estos aspectos anteriormente mencionados. Debido a ello, empiezan a aparecer caracterizaciones de aplicaciones Web, en concreto ésta que identifica las siguientes cuestiones de diseño, [6]:

- Estructura: Esta característica describe la organización de la información que ha de manejar la aplicación (objetos de información y sus relaciones semánticas).
- Navegabilidad: Esta actividad debe considerar las facilidades de acceso a la información y de moverse a través del contenido de la aplicación.

---

<sup>1</sup> Gustavo Rossi, *Diseño OO de aplicaciones hipermedia y Web*. Charla impartida en la Universidad Castilla - La Mancha, Marzo 2000

- **Presentación:** Esta característica afecta a la forma en que se ha de presentar al usuario, tanto la información como la forma de navegar a través de la misma.

Tras el estudio de las características de las aplicaciones Web aquí mencionadas, nosotros proponemos la siguiente caracterización de aplicaciones (ver Figura 1), con la finalidad de resaltar ciertos factores de especial relevancia que deberían contemplarse a la hora de desarrollar una aplicación Web para que cumpla los requisitos mínimos de calidad.

Figura 1: Propuesta de caracterización de aplicaciones Web

- **Criterios internos al sistema:** Los criterios internos se refieren a aspectos transparentes al usuario, pero que son significativos para el diseñador o desarrollador de la aplicación.

**Estructura de la información:** Este criterio es relativo a la organización de la información dentro del sistema. Debe existir un medio de persistencia que garantice, entre otros aspectos, la coherencia, integridad y el mantenimiento fiable y sencillo de los datos del sistema.

**Lógica de la aplicación:** Este criterio engloba tanto la funcionalidad que se ofrece al usuario final como la funcionalidad para tareas de carga de datos de entrada como la funcionalidad de generación de información de salida. Hay que garantizar una buena información de entrada, una información consistente, lo que dentro del marco de calidad aquí presentado, se refiere a la *calidad de los datos* [13]. También hay que garantizar una buena información de salida, ya que podría afectar a otras aplicaciones (*calidad de la información*, [13]).

- **Criterios externos al sistema:** Los criterios externos se refieren a aspectos de la interfaz de usuario, es decir, son aspectos a considerar en la aplicación, pero de cara al usuario del mismo.

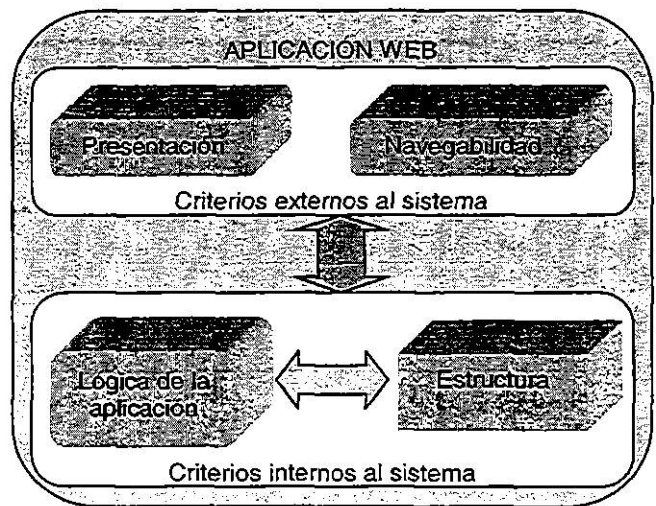
**Navegabilidad:** Se refiere a la forma en que se va a distribuir y estructurar la información que hay que presentar al usuario, con total independencia de la estructura interna.

**Presentación:** Este criterio se refiere a la forma de presentación de la información al usuario del sistema.

Una vez identificada la caracterización de aplicaciones Web, es interesante realizar una clasificación en función de esos criterios para conocer los distintos tipos de aplicaciones existentes. En la actualidad ya existen algunas clasificaciones relacionadas [2], [3], [11].

Nosotros proponemos una clasificación básica que identifica tres tipos diferentes de aplicaciones: aplicaciones de publicación y consulta, aplicaciones de datos complejos y aplicaciones de funcionalidad

compleja ([18], [19]). Creemos que una clasificación de este tipo es suficiente y que recoge realmente los



diferentes tipos de aplicaciones Web existentes. Con ello se pretende, que el método sea válido para el desarrollo de cualquier tipo de aplicación, independientemente de su naturaleza, garantizando así ciertos criterios básicos de calidad en el producto desarrollado.

Por otro lado es interesante destacar que esta clasificación también es fruto de la propia evolución que han sufrido las páginas y sitios Web iniciales y que han llegado a transformarse en aplicaciones Web, [2]. Y también que está basada en función de la complejidad, por lo que cada categoría está englobada en la siguiente, tal como se muestra en la Figura 2.



Figura 2: Propuesta de clasificación de aplicaciones Web

La relación existente entre la propuesta de caracterización y la de clasificación de aplicaciones Web se refleja en la Tabla 1. Puede observarse cómo en las aplicaciones Web de Publicación y Consulta, los factores principales a considerar son los *criterios externos* en su totalidad. Para las de Datos Complejos, además es fundamental considerar el diseño de la *estructura interna de la información*. Y las aplicaciones que además incorporan Funcionalidad Compleja,

también será necesario identificar en algún momento del ciclo de vida, cuál será la *lógica* a considerar.

| Características de las aplicaciones Web | Clasificación de aplicaciones Web |       |               |
|---|-----------------------------------|-------|---------------|
|   | Publicación y consulta            | Datos | Funcionalidad |
| <b>Criterios externos</b>               |                                   |       |               |
| Presentación                            | +                                 | +     | +             |
| Navegabilidad                           | +                                 | +     | +             |
| <b>Criterios internos</b>               |                                   |       |               |
| Estructura de la información            | -                                 | +     | +             |
| Lógica                                  | -                                 | -     | +             |

Tabla 1: Relación entre la caracterización y la clasificación de aplicaciones Web

### 3. Marco metodológico de MIDAS

En esta sección se describe la situación actual de la metodología y su aplicación a un caso real (desarrollo de un sitio Web) para su validación.

#### 3.1. Modelo de proceso de MIDAS

Como ya se ha mencionado anteriormente, las necesidades básicas que tiene el cliente de aplicaciones Web es que su producto software esté disponible en la red lo antes posible. Su objetivo fundamental es dar a conocer a sus futuros usuarios, que en breve plazo de tiempo, van a disponer de información y de servicios a través de la Web. Esto es vital para el cliente y si no se comprende esta necesidad, resultará un producto no satisfactorio para él.

El modelo de proceso adecuado para este tipo de aplicaciones es un modelo de proceso iterativo e incremental y con prototipado que aportará las ventajas de tener productos tangibles para el cliente en versiones sucesivas, además de permitir incorporar o modificar necesidades no detectadas o no planteados en las primeras etapas de definición del producto (ver Figura 3).

El modelo incremental nos permite obtener el producto en versiones sucesivas, donde cada una de ellas, irá incorporando nueva funcionalidad, [16]. Sería erróneo pensar en un modelo en cascada, puesto que el producto nunca está disponible hasta la fase final y esto

no respetaría las necesidades del cliente de este tipo de aplicaciones.

Por otra parte, y debido a que es imposible decir que los requisitos van a estar siempre claros desde el principio, lo mejor sería pensar en un proceso iterativo, que permitiese la incorporación de estos nuevos requisitos no planteados inicialmente o la modificación de los mismos si fuese necesario, [15].

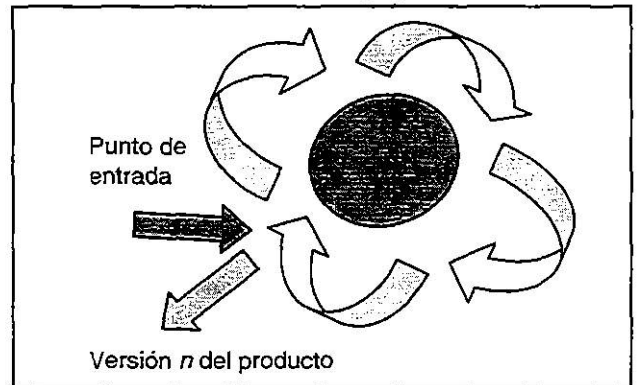


Figura 3: Modelo de Proceso iterativo e incremental

#### 3.2. Guía incremental en el ciclo de desarrollo de MIDAS

Actualmente, nuestro trabajo está centrado en el ciclo de desarrollo del software (ver Figura 4). Formará parte del trabajo futuro ampliar nuestro proceso para contemplar todas las actividades que formen parte del ciclo de vida completo.

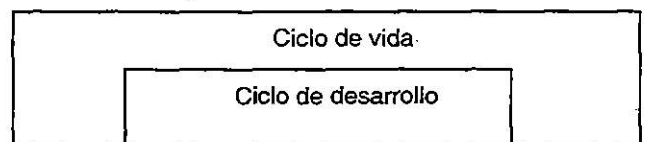


Figura 4: Ciclo de vida y de desarrollo del software

En base a la caracterización de aplicaciones Web propuesta, nuestro método sigue un esquema incremental en el que se identifican cuatro pasos generales:

1. Requisitos del sistema
2. Interfaz de Usuario
3. Datos
4. Funcionalidad



En la Figura 5 se muestra que, la base de este planteamiento es la identificación de todos los requisitos. Sobre dicha base, se obtienen diferentes versiones del producto, en el orden indicado.

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| 4 <sup>a</sup> | Funcionalidad          |
| 3 <sup>a</sup> | Datos                  |
| 2 <sup>a</sup> | Interfaz de usuario    |
| 1 <sup>a</sup> | Requisitos del sistema |

Figura 5: Incrementos propuestos dentro de la metodología MIDAS

A continuación se detalla cómo ejecutar el proceso:

1. El comienzo marcará la realización del estudio exhaustivo de los requisitos del sistema.
2. En el siguiente paso se procede a la identificación, definición e implementación de una primera versión del producto, con la finalidad de poner en la Web la información acerca del futuro sistema que se va a construir. En este paso, se realiza un estudio completo sobre el aspecto de la interfaz de usuario (lo que hemos identificado como *Criterios Externos*) y se realiza una primera versión que se compone de un número mínimo de páginas Web. Es posible que en este segundo paso, se identifiquen más requisitos del sistema.

Si nuestra aplicación fuese una aplicación de *Publicación y Consulta*, probablemente al llegar a este punto, habríamos obtenido el producto software deseado. Sólo pasaremos a ejecutar los siguientes pasos, si nuestra aplicación es de otro tipo.

3. En el tercer paso, se obtendría la segunda versión del producto, que incorporaría la estructura interna de la aplicación. Es posible que se identificasen nuevos requisitos y quizá, habría que ampliar la interfaz de usuario del sistema, de ahí que se considere un proceso además iterativo.

Si nuestra aplicación fuese del tipo *de Datos Complejos*, y no llevara ninguna funcionalidad asociada, probablemente al llegar a este punto, habríamos obtenido el producto software deseado. Sólo continuaremos con el siguiente paso si nuestra aplicación tuviera que contemplar funcionalidad compleja.

4. En el último paso, se incorporaría la funcionalidad de la aplicación Web (aplicaciones de *Funcionalidad Compleja*), y al igual que en los pasos anteriores, pueden aparecer nuevos requisitos anteriormente no detectados, quizá sería necesario también ampliar la interfaz de usuario y la parte correspondiente a los datos.

Las aplicaciones Web más complejas, identificadas en la clasificación mencionada en la sección 2 como de *Funcionalidad Compleja*, se verán completadas tras completar los cuatro pasos aquí presentados. Las aplicaciones Web identificadas como de datos complejos, y que no poseen ninguna funcionalidad, se verán completadas tras realizar los tres primeros. Y las aplicaciones más sencillas, las de publicación y consulta, se verán completadas en los dos primeros. Este modelo de proceso garantiza la obtención progresiva del producto y permite a las aplicaciones evolucionar desde un estadio a otro más completo.

La guía para aplicar el modelo de proceso queda reflejada en el organigrama representado en la **Error! Reference source not found.**

### 3.3. Validación actual de MIDAS

Actualmente y en paralelo con la definición de la metodología, se está realizando la validación de modelo de proceso de MIDAS con los diferentes tipos de aplicaciones Web existentes, según la clasificación propuesta. De esta forma, y basándonos en la experiencia que nos va proporcionando el desarrollo y la validación de estas aplicaciones, se irá perfilando y construyendo MIDAS.

En este apartado describimos el ejemplo concreto de una aplicación que consiste en la creación de un sitio Web para mostrar la información de un grupo docente e investigador de una Universidad. El objetivo fundamental es que la información que aparezca en la Web sea fácilmente mantenible. Por esta razón, la información podrá actualizarse desde unos formularios con acceso a la base de datos, lugar donde se encuentra almacenada toda la información que se publica en la Web.

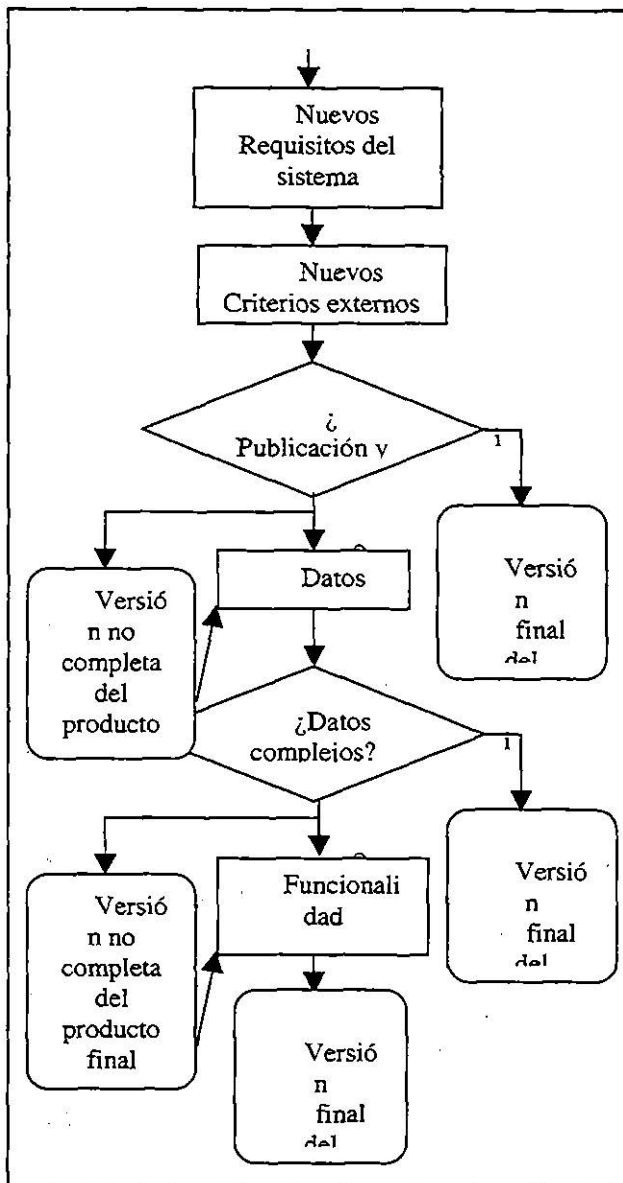


Figura 6: Guía para aplicar el modelo de proceso de MIDAS

### 1°. Detección de requisitos

En la primera iteración se han identificado los requisitos del sistema. El objetivo es disponer de un sitio Web con información acerca de un grupo de investigación y docente de una Universidad. Se ha visto la necesidad de reflejar las personas con sus datos profesionales, las asignaturas que imparten, los proyectos fin de carrera que dirigen, los seminarios que organizan, la información genérica acerca del grupo, etc. También se ha detectado la necesidad de que la información sea fácilmente mantenible debido a que pueden producirse cambios en un futuro. Por ello, es necesario que la información se almacene en una base de datos y que a través de formularios pueda accederse a la misma.

Además, se desea dotar al sistema de la generación automática de nuevas páginas Web a partir de patrones establecidos, con la finalidad de dotar de total dinamismo a la aplicación. Por ejemplo, si una vez finalizada la aplicación se incorporase una nueva persona al grupo, con añadir sus datos en el formulario *PersonasQueFormanElGrupo*, debería generarse su página de forma automática.

### 2°. Identificación e implementación de los criterios externos de la aplicación Web

En este paso se realiza un prototipo en el que se dotará a la aplicación de los criterios externos adecuados. Habrá que realizar la presentación y la navegabilidad (estructura hipertexto) de la aplicación. La información completa acerca de los datos de profesores, asignaturas, etc, aún no estará definitivamente identificada, pues como se ha mencionado en el apartado "Guía incremental en el ciclo de desarrollo de MIDAS", esto se resolverá en el siguiente paso.

### 3°. Identificación e implementación de la estructura interna de la información de la aplicación Web

En este tercer paso se realiza un prototipo en el que se dotará a la aplicación de la estructura interna de la información. Se realizará el diseño de la base de datos.

### 4°. Implementación de la funcionalidad completa de la aplicación Web

Por último, se implementará la versión final de la aplicación Web incorporando la funcionalidad específica de esta última parte: los formularios que permitan mantener la información y los procedimientos y/o funciones que permitirán la generación automática de nuevas páginas y/o enlaces.

## 4. Conclusiones y trabajos futuros

Dentro del marco de calidad genérico que se debe contemplar en cualquier grupo que desarrolle sistemas de información dentro de una organización, vamos a destacar la importancia que tiene la calidad del software, de los datos y de la información. Nos hemos centrado en estos aspectos porque son los que directamente van a estar relacionados en el desarrollo de aplicaciones Web.

Desde el punto de vista de la ingeniería del software y con el fin de asegurar la calidad de cualquier desarrollo software, es necesario disponer de un método que nos guíe de la mejor forma posible para realizar ese desarrollo. Nosotros proponemos MIDAS como la metodología que ayudará al desarrollo Web de calidad y que va a proporcionar pasos y guías sobre cómo llevarlo a cabo.

El marco metodológico de MIDAS propone un proceso iterativo con las ventajas que éste conlleva en cuanto a la realimentación de requisitos para un

desarrollo software. Además, el proceso incremental que permitirá la sucesiva obtención de versiones, con las que el cliente irá satisfaciendo su necesidad de ver el producto, aún no definitivo, en cortos plazos de tiempo. Y por supuesto con prototipos que vayan garantizando la identificación definitiva de las necesidades y gustos del cliente.

Como parte del trabajo futuro, debemos completar la metodología depurando las técnicas, actividades y procesos adecuados para el desarrollo Web, basándonos en propuestas y criterios de calidad concretos, [17]. También, ampliaremos nuestro proceso para contemplar las actividades que formen parte del ciclo de vida completo (actividades de soporte, entre otras). Por último, es necesario validar la metodología con los diferentes tipos de aplicaciones Web existentes, con el fin de detectar deficiencias y necesidades no contempladas para incorporarlas y disponer de una metodología completa y eficiente.

### Agradecimientos

Este trabajo se está llevando a cabo dentro del proyecto MIDAS, parcialmente financiado por la CICYT y la comunidad económica europea (número 2FD97-2163). Los autores también quieren mostrar su agradecimiento a INTESYS, una compañía de consultoría española, por su colaboración en este proyecto.

### Referencias

[1]. Atzeni, P; Mecca, G; Merialdo, P; (1998) Design and Maintenance of Data-Intensive Web Sites. Atzeni, Mecca y Merialdo. *Advances in Database Technology*. Ed. Sheck, Saltor, Ramos, Alonso. Proceedings of the 6<sup>th</sup>. Conference on Extended Database Technology (EDBT'98). Springer Verlag, Valencia 1998.

[2]. Atzeni, P; Ceri, S; Paraboschi, S; Torlone, R. (1999) Databases and the World Wide Web. *Database Systems: Concepts, Languages and Architectures*. Mc-Graw Hill.

[3]. Conallen, J. (1999) Modeling Web Application Architectures with UML. *Communications of the ACM*, 42, 63-70. October 1999.

[4]. Fournier (1999). *A Methodology for Client/Server and Web Application Development*. Roger Fournier. Prentice Hall, 1999.

[5]. Fraternali, P; Paolini, P; (1998) A conceptual Model and a Tool Environment for Developing more Scalable,

Dynamic and Customizable Web Applications. *Advances in Database Technology*. Ed. Sheck, Saltor, Ramos, Alonso. Proceedings of the 6<sup>th</sup>. Conference on Extended Database Technology (EDBT'98). Springer Verlag, Valencia 1998.

[6]. Fraternali, P. (2000) Tools and Approaches for Developing Data-Intensive Web Applications: a Survey. <http://tonissoft.com>

[7]. Garzotto et al. (1993), HDM- a Model-Based Approach to Hypertext Application Design. Garzotto, Paolini y Schawbe. *ACM TODS*, 11(1), pp. 1-26, enero 1993.

[8]. Isakowitz et al. (1995), RMM: A Methodology for Structured Hipermedia Design. Isakowitz, Stohr y Balasubramanian. *Communications ACM*, 58(8), pp. 34-43, agosto, 1995.

[9]. Jacobson et al. (1999). *The Unified Software Development Process*. Jacobson, Booch y Rumbaugh. Addison Wesley, 1999.

[10]. Lowe y Hall (1999), *Hipermedia & the Web. An Engineering Approach*. J. Wiley and Sons, 1999.

[11]. Mecca, Giansalvatore; Merialdo, Paolo; Atzeni, Paolo; Crescenzi, Valter. The (Short) ARANEUS Guide to Web-Site Development. The ARANEUS Project Home Page. <http://www.dia.uniroma3.it/Araneus>.  
<http://www.difa.unibas.it/Araneus>.

[12]. Schwabe y Rossi (1995), The Object-Oriented Hipermedia Design Model. *Communications ACM*. 58(8), pp. 45-46, agosto 1995.

[13]. Stylianou, Antonis C; Kumar, Ram L (2000) An Integrative Framework for IS Quality Management. *Communications of the ACM*, 43(9). pp. 99-104. septiembre 2000.

[14]. Connolly, T; Begg, C; Strachan, A (1999) Web Technology and DBMs. *Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation and Management*. Ed. Addison - Wesley.

[15]. Conallen, J. (2000) *Building Web Applications with UML*. Ed. Addison - Wesley.

[16]. Pressman, R. S. (1997) *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*. Ed. Mc- Graw Hill.

[17]. Olsina, L. A. (1999) *Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

[18]. Cáceres, P; Marcos, E (2000) Metodologías de desarrollo: Estudio de su aplicabilidad para el diseño y construcción de sistemas Web. 7th. International Congress on Computer Science Research CIICC'00, Tampico, México.

[19]. Cáceres, P; Marcos, E (2000) El Proceso de Desarrollo en las Aplicaciones Web. V Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD 2000, Valladolid, España.