

Un Método para Medir el Tamaño Funcional y Evaluar la Calidad de Sitios Web*

Silvia Mara Abrahão¹, Oscar Pastor¹, Luis Olsina², Joan J. Fons¹

¹ Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia.
{sabrahao, opastor, jjfons}@dsic.upv.es

² Grupo de I+D en Ingeniería de Software (GIDIS),
Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería, UNLPam.
Calle 110 esq. 9, 6360 General Pico, La Pampa, Argentina.
olsinal@ing.unlpam.edu.ar

Resumen. La calidad del software para la Web es una preocupación actual de la comunidad científica y empresarial. En este artículo se discuten los principales problemas encontrados en el desarrollo de aplicaciones Web y se presenta un método con el objetivo de medir el tamaño funcional y evaluar la calidad de sitios Web. El método propuesto integra un modelo navegacional elaborado en el proceso de desarrollo de estas aplicaciones, una métrica que permite medir “puntos de función para la web” y un modelo de calidad para identificar y cuantificar atributos Web. De esta forma, nos centramos en aspectos fundamentales de la calidad de aplicaciones Web: medición y evaluación del producto software y control del proceso de desarrollo.

1 Introducción

Actualmente, los temas relacionados con la calidad adquieren cada día mayor importancia en los ámbitos académicos y organizativos, y de modo particular en los sistemas de información para la web. Estos sistemas ya no son considerados tan sólo un medio de presentación de información estática. Cada día se presentan con más funcionalidad y ya son comparables a aplicaciones con complejidad del software tradicional. Sin embargo, la comunidad científica y empresarial comparte una misma preocupación: la obtención de un *producto* software de calidad en el ámbito de la Web. La calidad de un producto software está directamente relacionada con la calidad del *proceso* utilizado. Así, la mejoría del proceso de desarrollo potencialmente influye en la mejoría de la calidad del producto software final.

En la práctica, la calidad de los sitios web se ha evaluado de una manera “ad hoc”, basada en el sentido común y en la experiencia de los desarrolladores. El estudio de la calidad de productos y procesos de desarrollo para la Web es muy reciente y todavía

* Esta investigación está soportada por el Programa CYTED, en el proyecto VII.18, WEST y el Proyecto CICYT del programa FEDER, con ref. TIC 1FD97-1102.

no se dispone de métodos de evaluación ampliamente difundidos para este tipo de entorno [9]. Por lo tanto, existe la gran necesidad de metodologías efectivas para la obtención de aplicaciones Web de calidad. Actualmente, hay dos vertientes de metodologías de desarrollo para la Web: la comunidad de Ingeniería de Software [2] [3] [10] y la comunidad de Hipermedia [5] [12]. Estas metodologías carecen sin embargo de métricas [4] que puedan ser aplicadas a los modelos intermedios (Ej. Modelo de Objetos, Modelo Navegacional) utilizados en el proceso de desarrollo orientado a la Web.

En este trabajo se presenta un método en el cual se definen criterios y métricas para medir y evaluar el producto y guías para la mejora del proceso de desarrollo para la Web. El método propuesto integra un modelo navegacional elaborado en el proceso de desarrollo de estas aplicaciones (o en fase de mantenimiento), con una métrica que permite medir puntos de función para aplicaciones web y con un modelo de calidad. Este método puede ser descrito en los siguientes pasos: definición de un Modelo Navegacional del sitio; medición de su tamaño funcional; medición a partir de la definición de un Modelo de Calidad; e integración y análisis de la información generada para la Toma de Decisiones.

Analizando el sitio web se construye un Modelo Navegacional. Éste permite representar la navegación para cada uno de los distintos perfiles de usuario (internauta, administrador, etc.) que puede acceder a un sitio Web. Para cada perfil de usuario se define un mapa de navegación con los contextos a los que puede ir accediendo y en cada uno de estos contextos se muestra la información visible y los servicios que éste puede ejecutar. Esto permite obtener una visión de cómo el sitio está organizado y cómo dispone la información para los distintos tipos de usuarios identificados.

A partir del modelo navegacional se puede realizar una *Medición de Puntos de Función* del sitio Web. La aproximación utilizada en este paso es una adaptación para la Web de la métrica de Puntos Función [6], denominada OOmFP (*OO-Method Function Points*) [11]. La misma permite estimar el tamaño funcional de aplicaciones orientada a objetos a partir de modelos conceptuales. El análisis de puntos de función es un método que permite cuantificar el tamaño y la complejidad de un sitio web en términos a la funcionalidad ofrecida al usuario. Puntos de función es una medida independiente del lenguaje o herramienta utilizada en el desarrollo de la aplicación. El modelo navegacional y la observación del sitio Web, entre otras estrategias, ayudan a la elaboración de un *Modelo de Calidad*. Desde los clásicos modelos de calidad hasta las propuestas más recientes como el estándar ISO 9126 (y su última actualización del 2001), se suele descomponer la calidad en factores, criterios y métricas las cuales permiten medir cada uno de estos factores. En este trabajo, se describen factores y se identifican características, subcaracterísticas y atributos Web para cada uno. Se utilizan métricas para medir cada uno de los atributos identificados.

Este artículo está organizado en seis secciones. La sección 2 describe cómo se define un modelo navegacional de un sitio web. La sección 3 describe la métrica utilizada para estimar el tamaño funcional del sitio. La sección 4 describe el modelo de calidad usado para identificar atributos web y el análisis de los atributos identificados. En la sección 5 se presenta un caso de estudio que describe la aplicación del método propuesto. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y los trabajos en curso.

2 Modelado Navegacional de Aplicaciones Web

Inicialmente, se clasifica el sitio Web a ser evaluado dentro de un *Dominio Web* específico (académico, cultural, comercio-electrónico etc.) ya que un sitio puede atender una multiplicidad de perfiles de usuario y sus distintos requisitos. A continuación se identifican cada uno de estos perfiles, que llamamos *Agentes*. Para cada uno de los agentes identificados se describe un mapa navegacional¹ usando la aproximación OOWS (*Object-Oriented Web Solutions Modeling*) [10]. La unión de todos los mapas navegacionales compone un modelo navegacional del sitio Web.

Un *Mapa Navegacional* representa la visión global del sistema que tiene un determinado agente. Éste se representa como un grafo dirigido en el cual los nodos son los *contextos navegacionales* y los arcos son los *vínculos de navegación*. Un *contexto navegacional* es el punto de vista que tiene un agente de una parte del sitio web y los vínculos de navegación definen las relaciones existentes entre estos contextos.

Un contexto navegacional se compone por tres partes: área de definición, área navegacional y área de características avanzadas. El área de definición muestra cuál es el tipo de contexto. Estos pueden ser contextos de exploración o de secuencia. Mientras los contextos de exploración pueden ser alcanzados desde cualquier parte del sitio web, los de secuencia pueden solamente ser alcanzados siguiendo una secuencia predefinida de enlaces de navegación. El área navegacional esta compuesta por un conjunto de *clases navegacionales* (estereotipadas con la palabra reservada «view») y relaciones entre ellas.

En un contexto navegacional aparece una clase principal, llamada *clase directora* desde la cual empieza la navegación y las otras clases son llamadas *clases complementarias* que contribuyen en aportar información adicional a las instancias de la clase directora. Estas clases pueden estar conectadas por dos tipos de relación: la de contexto o la de dependencia contextual. La **relación de contexto** es una relación binaria unidireccional que puede ser definida sobre una relación de agregación o de herencia existente entre dos clases navegacionales. Indica la dirección de navegación entre el contexto actual y el contexto destino indicado en la relación. En este tipo de relación se pueden especificar los siguientes tipos de atributos: de contexto, de enlace, de filtro y de rol.

Un **atributo de contexto** indica el nombre del contexto destino de la relación. Un **atributo de enlace** especifica el atributo de la clase destino que servirá de *enlace* de la navegación. En una página web, este atributo normalmente aparece en forma de enlace. Un **atributo de filtro** permite un filtrado de la clase destino. El filtrado es útil en las aplicaciones web para realizar búsquedas restringidas de datos conocidos a priori. Un **atributo de rol** indica el rol al que se hace referencia en una relación entre dos clases. Su uso sólo es imprescindible cuando existe más de una relación entre dos clases.

Una **relación de dependencia de contexto**, también es una relación binaria unidireccional definida sobre una relación entre clases. Pero esta relación no implica un salto o enlace navegacional a otro contexto. Su utilidad se halla restringida a ‘com-

¹ Como paso anterior se define un Modelo de Objetos con la estructura y las relaciones estáticas entre clases identificadas en el dominio del problema.

plementar' la información de una clase navegacional. En un servicio de una clase se puede especificar **enlaces de servicio**. Éste está asociado a un contexto de navegación, que indica el contexto destino del salto después de la ejecución del servicio definido. Esta aproximación también posibilita definir filtros para un contexto navegacional así como su presentación. Para más información consulte [10]. Estas primitivas permiten capturar y representar la semántica asociada a los requisitos de navegación de las aplicaciones web.

3 Medición del Tamaño Funcional

Una vez realizado el modelado navegacional del sitio se puede hacer la medición de su tamaño funcional. La medición es una actividad fundamental en la gestión de los sistemas de información y también un instrumento para: mejorar los productos y procesos del software, facilitar las estimaciones de esfuerzos y costes, entre otros.

La aproximación utilizada en este paso es una extensión de la métrica OOmFP [11] para la Web. De esta forma, esta métrica puede ser utilizada para medir el tamaño funcional de sitios Web. En este paso serán identificadas las funciones de datos y de transacciones para cada *Agente* dentro de una *frontera*. El concepto de frontera indica la separación entre el proyecto o la aplicación siendo medida y las aplicaciones externas. Según la técnica tradicional propuesta por el IFPUG [6] las funciones de usuario son:

- ILF (*Internal Logical File*): grupo de datos definidos por el usuario que están relacionados lógicamente y que residen dentro de la frontera de la aplicación,
- EIF (*External Interface File*): grupo de datos definidos por el usuario que están relacionados lógicamente. Los datos residen enteramente fuera de la aplicación y son mantenidos por otra aplicación,
- EI (*External Input*): proceso elemental en el cual los datos cruzan la frontera de fuera hacia dentro. Los datos son usados para mantener uno o más ILF's y pueden ser informaciones de control o de negocio,
- EO (*External Output*): proceso elemental en el cual los datos derivados cruzan la frontera de dentro hacia fuera. Los datos crean informes o ficheros de salida enviados a otras aplicaciones,
- EQ (*External Inquiry*): proceso elemental con componentes de entrada y de salida que resultan en la adquisición de datos de uno o más ILFs o EIFs.

En esta métrica, la frontera a ser medida será establecida por los mapas navegacionales. Las funciones de datos (ILFs y EIFs) serán identificadas a partir de cada una de las clases navegacionales presentes en un contexto de navegación. La complejidad para estas funciones será obtenida a través de las reglas descritas en la Tabla 1. Un RET (*Record Element Type*) es un subgrupo de elementos de datos y un DET (*Data Element Type*) es un campo único, no repetido reconocibles por el usuario.

Tabla 1. Complejidad para ILFs/EIFs

Regla	Descripción
1	1 RET por la propia clase navegacional , al ser un grupo de DETs identificable por el usuario.
2	1 DET por cada uno de los atributos que aparecen en la clase.
3	1 RET por cada relación de dependencia de contexto o relación de contexto que tenga como origen la clase que está siendo considerada. Cada una de estas relaciones es un grupo de DETs identificables por el usuario (la clase destino).
4	Si aparece un filtro asociado a la clase, se analiza la fórmula del filtro y se cuenta: 1 DET por cada atributo que aparezca y 1 RET por cada clase que sea accedida en la fórmula. Siempre que esto suponga el acceso a nuevos DETs o RETs que no hayamos contabilizado todavía.

Las funciones de transacción *EOs* y *EQs* se identificarán a partir de cada **contexto** (tanto de exploración como de secuencia). Si en alguno de los atributos de las clases navegacionales participantes existe algún cálculo (atributos derivados, filtros complejos, etc.) lo consideraremos un EO, caso contrario será un EQ. La complejidad para estas funciones se obtiene a través de las reglas descritas en la Tabla 2. Un FTR (*File Referenced Type*) es un ILF leído o mantenido o un EIF leído por la aplicación.

Tabla 2. Complejidad para EOs/EQs

Regla	Descripción
1	1 FTR por cada clase navegacional que aparece en el contexto.
2	1 DET por cada atributo presente en las clases navegacionales del contexto, al ser información que se muestra al usuario.
3	1 DET por cada atributo que adorne una relación de contexto que tenga como origen alguna clase navegacional del contexto considerado.
4	Si la relación de contexto no está adornada por ningún atributo contaremos 1 DET .
5	Además, si la relación de contexto lleva un filtro asociado, se cuenta 1 DET por cada atributo del filtro, si es simple exacto o aproximado. Además, si en este filtro se acceden a otros FTRs, habrá que contar 1 FTR por cada clase que sea accedida en la fórmula del filtro.
6	Si hay cardinalidad , y podemos recorrer las instancias siguientes o anteriores, contaremos 1 DET , ya que aparecerán enlaces que nos permitirán navegar entre las distintas instancias.
7	Se analiza las fórmulas de todos los filtros que aparecen en el contexto (sobre las clases complementarias, filtro de población y/o filtros de dependencia) para contabilizar los FTRs que se accedan.
8	1 DET por mensajes de error, si hay control de errores.
9	Si se define un área de búsqueda para ese contexto, contar sus DETs por separado y añadirlos al total de DETs para el contexto.

Finalmente, cada uno de los **servicios** que aparecen en los contextos será contabilizado como un EI. Si un mismo servicio puede ser invocado desde diferentes contextos por el mismo agente, sólo lo contaremos una vez. Los argumentos de un servicio determinado serán los que estén definidos para ese servicio en el modelo de clases. La dinámica del servicio se encuentra definida en la métrica OOmFP [11]. La complejidad para estas funciones se obtiene a través de las reglas descritas en la Tabla 3.

Tabla 3. Complejidad para EIs

Regla	Descripción
1	1 FTR por la propia clase propietaria del servicio.
2	1 DET por cada argumento dato-valuado del servicio.
3	1 FTR por cada argumento objeto-valuado del servicio.
4	1 DET por cada atributo de la función de identificación de los argumentos objeto-valorados.
5	Si se muestra un selector de población para un argumento, contaremos 1 DET por cada atributo que se muestre en este selector, más otro DET por el hecho de poder seleccionar al elemento.
6	1 DET por la acción de ejecutar el servicio
7	1 DET por mensajes de error, si hay control de errores.
8	Añadiremos los FTRs accedidos en las precondiciones, condiciones de control, restricciones de integridad, fórmula de la transacción, etc. Siguiendo las reglas de conteo de OOmFP.
9	Si es un servicio que nos lleva a otro contexto el conteo no aumenta ya que el tamaño de este contexto ya habrá sido calculado en la parte de los EOs/EQs.

El ajuste de los puntos de función debe hacerse considerando 14 características generales del ambiente Web. Más información sobre esta métrica se puede encontrar en [1]. Como resultado de este paso se obtiene la complejidad de cada contexto navegacional según la funcionalidad ofrecida a los distintos perfiles de usuario. Además, se puede aplicar esta métrica con el objetivo de derivar múltiples métricas e indicadores a todos los niveles del proceso software incluyendo productividad, costes, y calidad.

4 Evaluación de la Calidad

Actualmente se han publicado en la web una serie de guías y criterios [13] que ayudan a mejorar el proceso de diseño y autoría de las aplicaciones Web con relación a aspectos de usabilidad, navegabilidad, accesibilidad, entre otros. Esas guías son útiles en la documentación de características y criterios de calidad que deben tenerse en cuenta en un proceso de evaluación, pero no constituyen una metodología de evaluación de artefactos Web.

En este paso se ha utilizado la metodología Web QEM (*Quality Evaluation Method*) [8] para evaluar la calidad de sitios web. Esta metodología parte de un modelo de calidad que proporciona un enfoque cuantitativo y sistemático para evaluar y compa-

rar productos Web tanto en la fase operativa como en la fase de desarrollo del ciclo de vida de un producto. El principal objetivo de Web QEM es evaluar y determinar el nivel de cumplimiento de los siguientes factores de calidad descritos en el estándar ISO 9126 [7]:

- Usabilidad: capacidad del producto software ser entendido, aprendido y usado por los usuarios bajo condiciones específicas,
- Funcionalidad: capacidad del producto software proporcionar funciones que ejecuten las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios cuando el software es usado bajo condiciones específicas,
- Confiabilidad: capacidad del producto software en mantener un nivel especificado de rendimiento cuando usado bajo condiciones específicas,
- Eficiencia: representa la relación entre el grado de rendimiento del sitio y la cantidad de recursos (tiempo, espacio, etc.) usados bajo ciertas condiciones,
- Mantenimiento: capacidad del producto software de ser modificado y probado,
- Portabilidad: capacidad del producto software de ser transferido de un ambiente a otro.

Para realizar un proceso de evaluación según la meta “*Comprender la calidad global de un sitio Web desde el punto de vista del usuario anónimo*”, de los seis factores descritos anteriormente solamente la usabilidad, funcionalidad, confiabilidad y eficiencia resultaron de relevancia para el proceso de evaluación.

Para cada uno de estos factores se define un conjunto de *características* que pueden descomponerse en múltiples niveles de *subcaracterísticas* hasta llegar a las hojas del árbol que son los **Atributos Web Cuantificables**. Estas características prescritas a un alto nivel de abstracción da a los evaluadores un marco conceptual para especificar requisitos de calidad proporcionando una base para posteriores refinamientos. A continuación, se presenta la parte del árbol de requisitos de calidad propuesto en [8] que fue adaptado para este trabajo:

2.3 Aspectos del Dominio orientados a los Agentes del Sistema (Ej. Estudiante)

2.3.1 Relevancia de Contenido

2.3.1.1 Información de Unidades (Ej. Académica)

2.3.1.1.1 Índice de las Unidades

2.3.1.1.2 Subsitios de las Unidades

2.3.1.2 Información específica para el Agente (Ej. Estudiante)

2.3.1.2.1 Información de los Requerimientos de Ingreso/Admisión

2.3.1.2.2 Formularios para Rellenar/Bajar

2.3.1.3 Información de Carreras

2.3.1.3.1 Índice de Carreras

2.3.1.3.2 Descripción de Carrera

2.3.1.3.3 Plan de Carrera/Oferta de Cursos

....

2.3.1.4 Información de Servicios al Agente (Ej. Estudiante)

2.3.1.4.1 Índice de Servicios

2.3.1.4.3 Información de Becas

....

2.3.1.5 Información de Infraestructura Académica

2.3.1.5.1 Información de Bibliotecas

2.3.1.5.2 Información de Laboratorios

2.3.1.5.3 Información Resultados I+D

- 2.3.2 Servicios On-line
 - 2.3.2.1 Información Aranceles, Aprobación de Cursos.
 - 2.3.2.2 Servicio de Páginas Web
 - 2.3.2.3 Servicio FTP
 - 2.3.2.4 Servicio de Grupo de Noticias

En el presente método, el árbol de requisitos de calidad se obtiene a partir del Modelo Navegacional del sitio y en la observación del mismo. El Modelo Navegacional ofrece un soporte “conceptual” que facilita la identificación y organización de algunas características de calidad. Proponemos algunas adaptaciones para que el modelo de calidad presentado por Olsina pueda ser utilizado en el ámbito de este método. Estas adaptaciones se refieren principalmente al factor Funcionalidad.

Para este factor, proponemos la característica “*Aspectos del Dominio orientados a los Agentes del Sistema*” (característica 2.3 del árbol) en el cuál se describe la información y servicios específicos que el sitio web proporciona para cada agente. En el cuadro 1 se enumera la información específica de cada Agente modelada en el mapa navegacional. Por ejemplo, para el agente Estudiante se puede describir información de Carreras y cursos que esta ofrece. En el cuadro 2 se enumeran todos los servicios ofrecidos a los agentes del Sistema, como por ejemplo información de becas y residencias.

En este paso, se analizarán cada uno de los atributos de calidad (atributos hoja del árbol) identificados utilizando métricas (medidas) y criterios de evaluación. Aunque en este artículo se presenta una parte del árbol de requisitos (la adaptada para este método) la evaluación de un sitio se hará considerando todos los atributos web descritos en [8]. Cada uno de éstos atributos será evaluado de una forma elemental, para que luego se pueda realizar una evaluación global del sitio web a partir de todos los atributos. Para ello, se construirá una *Plantilla de Referencia de Variables y Parámetros* para todos los atributos y también para las diferentes características, donde se incluirá una definición de dicha característica, sus subcaracterísticas, etc.

5 Caso de Estudio

En esta sección se describe el caso de estudio realizado para medir el tamaño funcional y evaluar la calidad del sitio web del CYTED [14] (Programa Iberoamericano de Ciencia Y Tecnología para El Desarrollo).

Este programa fue creado mediante un acuerdo *marco institucional* entre los 21 países de Iberoamérica, donde también participan *organismos observadores* (ej. OEA, Unesco). El objetivo del CYTED es facilitar el desarrollo tecnológico y la innovación mediante la coordinación de recursos y la cooperación entre universidades, centros de investigación y desarrollo y las empresas innovadoras de estos países. Los *subprogramas* coordinados por Cyted están relacionados con las áreas de acuicultura (Costa Rica); electrónica e informática aplicadas (España); microelectrónica (Brasil), entre otros.

Las modalidades de cooperación que ofrece CYTED facilitan la interacción, la cooperación y la transferencia de conocimientos y tecnologías entre grupos que trabajan

en temas similares, en el caso de las *redes temáticas*; facilita la ejecución de proyectos a través de la colaboración entre grupos de diferentes países que constituyen un equipo internacional, con los *proyectos de investigación* pre-competitiva; y facilita la cooperación entre empresas de diferentes países a través de *proyectos conjuntos con Iberoeka*. Iberoeka son proyectos de innovación dirigidos a la industria para que las empresas se reúnan y cooperen en investigación y desarrollo tecnológico. Las empresas participantes deciden su proyecto y los términos para su realización. En cada proyecto las empresas eligen sus socios y el acuerdo de colaboración, la cuota de riesgo y costos que asume cada uno y la manera como repartirán los resultados del proyecto en la fase de explotación.

5.1 Definición del Modelo Navegacional

En esta evaluación el perfil de usuario seleccionado es el del *usuario anónimo*. Consideraremos los usuarios anónimos aquellos que tienen acceso a recursos que no requieran identificación (visitantes casuales o intencionales). La figura 1 presenta el mapa navegacional para el usuario anónimo.

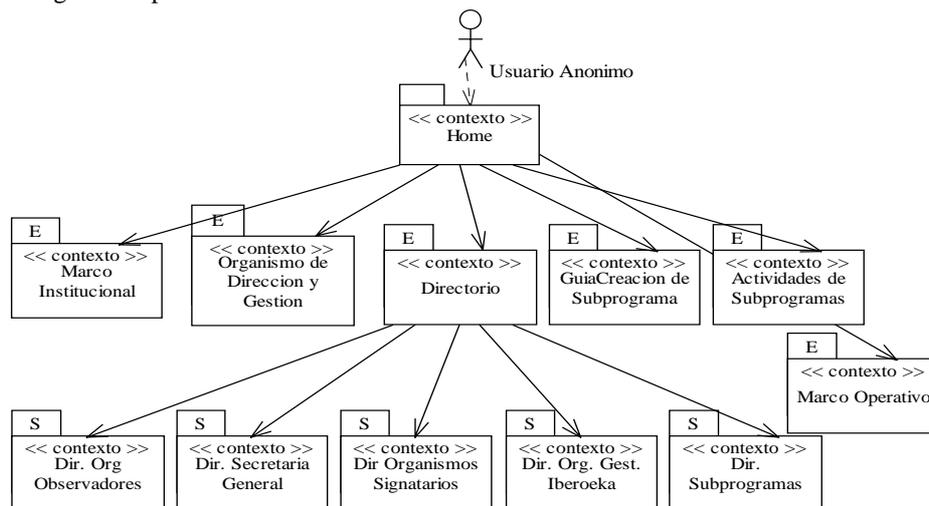


Fig. 1. Mapa Navegacional del Usuario Anónimo

La figura 2 muestra la página web de Marco Institucional (a la izquierda) con información sobre los organismos que componen el CYTED. Los diferentes países miembros participan a través de los Organismos Signatarios y los Organismos Int. Observadores acompañan el desempeño del marco.

El contexto navegacional Marco Institucional construido a partir de esta página web se presenta en la figura 2 (parte derecha). Desde este contexto se puede ver información sobre el marco. Además, se puede acceder a través de relaciones de contexto a los contextos de cada organismo signatario (*Organismo_Sign*) por país (*Pais*) y a los organismos observadores (*Org_inter_obser*) del marco.

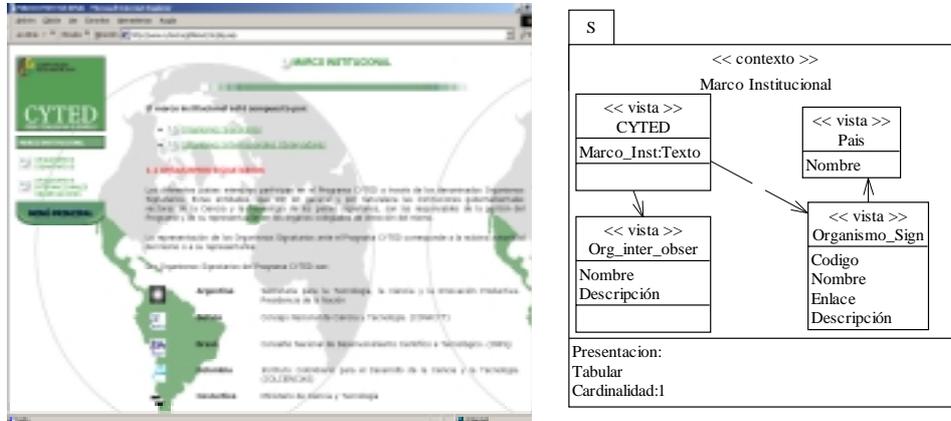


Fig. 2. Pagina Web y Contexto Navegacional (Marco Institucional)

5.2 Medición del Tamaño Funcional

En esta subsección por motivos de espacio, se presenta el conteo de FPs para el contexto navegacional (CN) Marco Institucional (ver figura 3) y el total obtenido para todo el sitio web. Consideramos este contexto como un EQ por no haber ningún atributo que se utilice para realizar algún cálculo. Éste accede a cuatro ficheros de datos internos (ILFs). No hay servicios especificados en las clases navegacionales de forma que la complejidad para los EIs no se computa. El total de puntos de función para todos los contextos de este sitio web es de: 839 FP.

<p>ILF: Marco_Institucional.CYTED 3 RETs (1 RET clase navegacional + 2 RET rel. dependencia de contexto) y 1 DET (atributo) = Low [7 UFP]</p> <p>ILF: Marco_Institucional.Org_Inter._obser 1 RET (1 RET clase navegacional) y 2 DETs (atributos) = Low [7 UFP]</p> <p>ILF: Marco_Institucional.Organismo_Sign 2 RETs (1 RET clase navegacional + 1 RET rel. dependencia de contexto) y 4 DETs (atributos) = Low [7 UFP]</p> <p>ILF: Marco_Institucional.Pais 1 RET (1 RET clase navegacional) y 1 DET (atributos) = Low [7 UFP]</p> <p>EIs : <no hay servicios> = [0 FP]</p> <p>EQs: Marco_Institucional 4 FTRs (clases navegacionales) y 10 DETs (8 DETs atributos + 0 DETs rel. de contexto + 1 DET cardinalidad + 1 DET mensajes de error) = High [6 UFP]</p> <p>Total Contexto Marco_Institucional = 34 UFP</p>

Fig. 3. Conteo de puntos de función – CN Marco Institucional

5.3 Definición del Modelo de Calidad

Para representar el modelo de calidad consideraremos una adaptación del árbol de atributos de calidad presentado en [8] para efectuar la evaluación del sitio web del CYTED. Al ser un sitio ya operativo la *meta de evaluación* consistirá en una evaluación global para comprobar si el sitio se encuentra en un intervalo satisfactorio o marginal. En este último caso, sería necesario tomar medidas sobre el sitio web ya operativo. Esta evaluación global se tendrá en cuenta desde el punto de vista del usuario anónimo.

No tendremos en cuenta las guías para realizar informes económicos y técnicos al carecer de interés estos para el perfil de usuario en estudio (usuario anónimo). Pero estos formarían parte de un posible estudio para usuarios registrados (en concreto para jefes de proyectos u otros miembros registrados que requieran del uso de dichos formularios). Para evitar alargar en exceso el árbol de atributos asumiremos la palabra proyecto como general abarcando tanto a proyectos como Redes y proyectos Iberoeka. Por el mismo motivo se agrupan en el término publicaciones a libros, revistas, informes, etc. Cada atributo web se evalúa de una forma elemental, para luego hacer una evaluación global del sitio a partir de todos los atributos.

En la **evaluación elemental** utilizaremos una plantilla para describir cada uno de los atributos web identificados. También se construye una plantilla para cada característica, en donde se incluye la definición de dicha característica, además de sus subcaracterísticas, peso, operador aritmético o lógico, etc. Por motivos de espacio, presentamos a continuación un ejemplo de plantilla para el atributo *Mapa del sitio* del factor Usabilidad. Las demás fueran descritas de la misma forma y se tendrán en cuenta para un estudio global.

TITULO: Mapa del sitio **Código:** 1.1.1

Definición: Es una representación gráfica que muestra toda la estructura del sitio. Utilizado intercambiamente con los atributos Tabla de contenidos e Índice

Tipo de Criterio Elemental: Un criterio binario, discreto y absoluto. Si esta disponible 1 y si no lo está 0.

Valor computado: 0, debido a que el sitio evaluado carece de un mapa del sitio.

En estas plantillas obviaremos incluir el tipo (por ser todos atributos) y algunos detalles más como característica de más alto nivel, supercaracterística (fácilmente deducibles observando el árbol de características de la sección 4). También se incluye la escala de preferencia dentro del criterio cuando proceda (si es un criterio binario la métrica es cero o uno lo que se corresponde en la escala de preferencia a 0% y 100%). La Figura 4 muestra los resultados de las preferencias elementales para el sitio web del CYTED considerando todos los atributos web descritos en [8].

Para las páginas rápidas se ha utilizado un tamaño de 100K para cada página que consideramos acorde con la velocidad actual de una conexión habitual. El tiempo de descarga para una página de este tamaño con un modem de 56600bps es aproximadamente de 20 segundos. Un valor de 235 de las 435 páginas que contiene el sitio web se sitúa por debajo de este valor.

Usabilidad	
1.1.1.1	0
1.1.1.2	0
1.1.1.3	100
1.2.1.1	0
1.2.1.2	0
1.2.2.1	100
1.2.2.2	0
1.2.3.1	0
1.2.0	0
1.2.5.1	0
1.2.5.2	100
1.3.1.1	100
1.3.1.2	100
1.4.1	0
1.4.2	0
1.4.3	0

Eficiencia	
4.1.1	35
4.2.1.1	100
4.2.1.2.1	2.07
4.2.1.2.2	0

Confiabilidad	
3.1.1.1	91.48
3.1.1.2	97.63
3.1.1.3	100
3.1.2.1	100
3.1.2.2	100

Funcionalidad	
2.1.1.1.1	0
2.1.1.1.2	0
2.1.1.1.3	100
2.1.1.1.4	60
2.1.1.2	100
2.2.1.1	0
2.2.1.2	100
2.2.1.3	0
2.2.2.1.1	80
2.2.2.1.2	100
2.2.3.1	0
2.2.3.2	0
2.3.1.1.1.1	0
2.3.1.1.1.2	0
2.3.1.1.2.1	100
2.3.1.1.2.2	0

Funcionalidad	
2.3.1.2.1	60
2.3.1.2.2	100
2.3.1.3.1	80
2.3.1.3.2	0
2.3.1.3.3	100
2.3.1.3.4	80
2.3.1.3.4.2	80
2.3.1.3.4.3	100
2.3.1.4.1	0
2.3.1.4.2	80
2.3.1.4.3	100
2.3.1.4.4	100
2.3.1.5.1	60
2.3.1.6.1	100
2.3.1.6.2	100
2.3.1.6.3	100
2.3.1.6.4	0
2.3.2	

Fig 4. Resultados de las preferencias elementales²

Con respecto a la evaluación elemental cabe destacar como aspectos positivos: el factor Funcionalidad (en concreto la orientada al dominio) y la Confiabilidad que obtuvo buenos resultados en la evaluación. Uno de los aspectos más negativos del

² La descripción de cada uno de los atributos web evaluados se puede encontrar en [8]

sitio es el bajo valor del atributo “páginas de acceso rápido” (factor Eficiencia), ya que es un atributo significativo y sólo se alcanzó un valor de 35 sobre 100 en la evaluación. Como sugerencia sería recomendable trabajar en este aspecto como una posible mejora del sitio. Dentro del factor Eficiencia también sería importante mejorar la característica de “imágenes con título”, ya que el valor obtenido fue de 2 sobre 100. Además, debería tenerse en cuenta la baja calidad del factor Usabilidad en atributos como “ayudas”, “FAQ” o “esquemas de organización del sitio”.

En la **evaluación global** del sitio utilizaremos un modelo aditivo muy simple que consiste en obtener una preferencia global, según el valor total obtenido por el sitio en los distintos atributos, a partir del valor total que se obtendría usando el árbol de atributos estudiado. En este caso tenemos un total de 58 atributos, cada uno de los cuales puede llegar a un valor máximo de 100. Así pues el valor global máximo de un sitio (según este árbol de atributos adaptado) sería 5800. Por otra parte, tras evaluar estos 58 atributos en el sitio obtenemos que el valor total tras sumar todos los resultados obtenidos es de 3006.18.

Para obtener el valor global bastará con dividir el valor obtenido y el valor máximo posible y multiplicar por 100 para normalizarlo. El resultado es: 51.83%. Cabe destacar que se puede utilizar un modelo de agregación más preciso y robusto como en [13], en donde los elementos no sean equipesados y se modelen distintas relaciones.

6 Conclusiones

En este artículo se ha presentado un método con el objetivo de integrar modelos y métricas que permitan medir y evaluar tanto el producto como el proceso de desarrollo para la Web. Con respecto al proceso de desarrollo se define un modelo navegacional para el sitio web y se aplica una métrica que permite estimar el tamaño funcional del sitio. Finalmente, se utiliza un modelo para evaluar la calidad del producto.

En esta integración, el modelo navegacional constituye la base para la aplicación de métricas y la construcción de modelos de calidad representando la información proporcionada por el sitio.

Este método ofrece un apoyo sistemático a la evaluación a través del uso de métricas y modelos de calidad que reducen la subjetividad en la evaluación de sitios web. Además, provee una base cuantitativa para la toma de decisiones en la planificación de tareas de mantenimiento.

La utilidad de este método se ha demostrado en un caso de estudio con el sitio web del CYTED. Como resultado se obtuvo un documento con recomendaciones de cambios para mejorar los aspectos deficientes que fueron detectados.

Como trabajo futuro se pretende perfeccionar algunos aspectos en la integración de la métrica OOmFP-Web con el modelo de calidad como la derivación de varios indicadores de calidad, esfuerzo y costo. Además, se pretende aplicar la métrica OOmFP-Web para estimar el coste de los cambios propuestos durante el análisis de la evaluación de calidad a nivel de modelado conceptual.

Agradecimientos

Los autores agradecen la cooperación del alumno Fernando Calatrava en la fase de realización del caso de estudio.

References

1. Abrahão, S. M., Pastor, O.: El Uso de Métricas Basadas en Puntos de Función para Entornos MBCG ("Model-Based Code Generation). Trabajo de Investigación, DSIC-UPV, 2001.
2. Conallen, J.: Building Web Applications with UML, Addison-Wesley, 2000.
3. De Troyer, O.M.F, Laune, C. J.: WSDM: A User Centered Design Method for Web Site, in Proc. of International WWW7 Conference, 1998.
4. Fenton, N.E., Pfleeger, S.L.: "Software Metrics: a Rigorous and Practical Approach", 2nd Ed., PWS Publishing Company, 1997.
5. Garzotto, F., Paolini, P., Schwabe D.: HDM - A Model-Based Approach to Hypertext Application Design. ACM Transactions on Information Systems, (1993),11(1), 1-26.
6. IFPUG: Function Point Counting Practices Manual, Release 4.1, International Function Points Users Group – IFPUG, Mequon, Wisconsin, USA, 1999.
7. ISO/IEC 9126 Standard for Information Technology, Software Product Evaluation –Quality Characteristics and Guidelines for their use, Geneve, 1991.
8. Olsina L.: Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de Calidad de SitiosWeb, Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, La Plata, Argentina, 2000.
9. Olsina, L., Rossi, G.: A Quantitative Method for Quality Evaluation of Web Sites and Applications, To appear in IEEE Multimedia Magazine, 2001.
10. Pastor, O., Abrahão S. M., Fons J. J.: An Object-Oriented Approach to Automate Web Applications Development" 2nd International Conference on Electronic Commerce and Web Technologies (EC-Web), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2115. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (2001) 16–28.
11. Pastor, O., Abrahão S. M., Molina J. C., Torres I.: A FPA-like Measure for Object-Oriented Systems from Conceptual Models. 11th International Workshop on Software Measurement (IWSM'01), Montreal, Canada (2001), 47–55.
12. Schwabe, D., Rossi, G.: An Object Oriented Approach to Web-Based Application Design, Theory and Practice of Object Systems, J. Wiley, (1998), 4 (4).
13. www Consortium: Web Content Accessibility Guidelines 1.0, W3C Working Draft, (1999), <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
14. www.cytcd.org, Homepage del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2001.