

Automatizando Métricas Web

Guillermo Lafuente¹, Julia González Rodríguez², Luis Olsina³
^{1,3}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
E-mail [\[lafuente.olsinal@ing.unlpam.edu.ar](mailto:[lafuente.olsinal@ing.unlpam.edu.ar)

²Departamento de Informática,
Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura.
Avd. de la Universidad, s/n. Cáceres. España
E-mail juliagon@unex.es

Resumen. La automatización de métricas permite minimizar el esfuerzo y los costos en tareas de evaluación, así como evitar los errores e imprecisiones introducidas por el factor humano en la recolección de datos y su ulterior tratamiento. Contar en el proceso de evaluación de sitios Web con una herramienta como Website MA que nos permita gestionar la recolección de datos y el cálculo de las métricas automatizables fue uno de nuestros principales objetivos para su desarrollo. En el presente trabajo, nos centraremos en la discusión de las métricas automatizables por Website MA que han intervenido en tres casos de estudio. Además, ilustraremos qué soporte da esta herramienta al proceso de evaluación definido en la metodología cuantitativa Website QEM. Finalmente, se discutirán aspectos salientes de las métricas Web especificadas y de herramientas relacionadas con Website MA.

Palabras Claves. Métricas Web, Métricas automatizables, Calidad, Website QEM, Website MA.

1. Introducción.

Desde la perspectiva del aseguramiento de calidad de los productos Web, los desarrolladores y evaluadores de software se encuentran con interesantes desafíos debido al incesante auge de las aplicaciones y tecnologías Web. Por lo que es necesario una clara definición de requerimientos tanto funcionales como no funcionales para poder medir, controlar y, potencialmente, mejorar la calidad producida. Los sitios Web, al aumentar en interacción y funcionalidad, han pasado de ser tan sólo un medio de presentación de información estática a ser aplicaciones con al menos la complejidad del software tradicional. Una de las características a destacar de las aplicaciones Web es la combinación de diferentes medios y tecnologías para desplegar su información y funcionalidad, que va desde el simple texto, voz e imágenes, hasta componentes con interacciones complejas (scripts, applets, ActiveX, entre

otros). En consecuencia, un empleo no sistemático, ad hoc de estos recursos puede acarrear problemas al usuario visitante, que sólo pretende encontrar información, navegar, acceder a contenidos y funcionalidad específicos. Por ejemplo, una baja percepción de calidad de un sitio Web visitado, puede ser debido, entre otros aspectos, a la falta de una clara estructura organizativa de su página principal (un pobre agrupamiento de los controles principales y navegacionales, la ausencia de atributos como una tabla de contenidos, un mapa del sitio o índices), la falta de contenidos relevantes, la baja velocidad en cargar las páginas, la existencia de enlaces rotos o inválidos, etc. Esto puede conducir a que el usuario abandone el sitio Web con una imagen deslucida del mismo y hasta de la institución visitada.

Por otra parte, es difícil considerar todas las características y atributos deseables y obligatorios de un sitio Web si no se cuenta con un esquema o modelo de calidad que nos permita especificar ordenadamente dichas características y atributos. La metodología Website QEM (Quality Evaluation Method) [11], parte de un modelo de calidad que consiste en una jerarquía de requerimientos, definiendo un enfoque cuantitativo, sistemático e integral para evaluar y comparar productos Web (tanto en la fase operativa como en la fase de desarrollo del ciclo de vida de un producto). El principal objetivo de la metodología es evaluar y determinar el nivel de cumplimiento de ciertas características de calidad como la *usabilidad*, *funcionalidad*, *confiabilidad*, *eficiencia*, *mantenibilidad* y *portabilidad* [4] y analizar preferencias o indicadores elementales, parciales y globales con el fin de dar recomendaciones. Al final del proceso, para cada sitio seleccionado obtendremos un indicador global con valores comprendidos en una escala de 0 a 100%, que puede ser interpretado como el grado de satisfacción de los requerimientos de calidad conforme al perfil de un usuario. La metodología ha sido empleada en diversos casos de estudio [9,10,12].

Cada una de las métricas obtenidas para los atributos especificados en el modelo de calidad, pueden ser clasificados en métricas directas e indirectas. Las primeras son obtenidas a partir de un atributo directo (no compuesto) de un ente, en tanto que las segundas serán el resultado de aplicar un modelo o ecuación matemática a partir de una asociación de atributos. Es decir, una asociación de atributos está compuesta por atributos directos. Por otra parte, considerando el tipo de recolección de datos de las métricas definidas, la misma puede hacerse de un modo manual, semiautomático o automático. En el caso de las métricas automatizables de atributos directos e indirectos podemos utilizar una herramienta (o instrumento) de recolección de datos y cálculo. Website-MA [5], es la herramienta desarrollada para gestionar la recolección de datos y cálculo de las métricas automatizables. Esta herramienta potencialmente elimina las interpretaciones subjetivas, minimiza el tiempo empleado en tareas tediosas, y aumenta la fiabilidad en el proceso de evaluación.

Entre las métricas automatizables gestionadas por esta herramienta para los casos de estudio antes citados, se encuentran: *cantidad de enlaces rotos, cantidad total de enlaces de un sitio, porcentaje de enlaces rotos de un sitio, cantidad de enlaces rotos distintos, cantidad de páginas muertas, cantidad de imágenes de un sitio con texto alternativo, cantidad total de imágenes de un sitio, cantidad máxima de marcos*, entre otras.

La herramienta ha sido construida en el ambiente de desarrollo Java 2 y mediante el empleo del lenguaje WebL [7], de utilidad para recorrer recursivamente documentos HTML y XML, y se ha diseñado una arquitectura centrada en cuatro módulos principales, a saber: el módulo Java_GUI, el de interconexión a la base de datos, el de interfaz entre Java y WebL, y el módulo de WebL propiamente dicho. Además de la recolección de datos, la herramienta nos brinda la posibilidad de obtener informes tabulares y gráficos de la información procesada. Asimismo, la salida de esta herramienta servirá de entrada a WebQEM_Tool [14], en su nueva versión. WebQEM_Tool da soporte al proceso de evaluación especificado en la metodología Website QEM.

La estructura de este trabajo es la siguiente: en la sección 2, comentamos las principales actividades de la metodología Website QEM, la cual da un marco conceptual de aplicación a las herramientas. En la sección 3, analizamos los distintos atributos utilizados, centrándonos en la discusión de aquellos automatizables desde el punto de vista de la recolección de datos y obtención del valor de las métricas. En la sección 4, describimos los principales módulos funcionales de la herramienta Website MA, considerando aspectos de diseño e implementación. Por último presentaremos la discusión del artículo, las consideraciones finales y trabajos futuros.

2. La Metodología Website QEM.

La metodología Website QEM fue desarrollada a mediados del 98, con el propósito de aportar una estrategia eficaz para evaluar y analizar la calidad de sitios o aplicaciones Web. Está basada en un modelo jerárquico de requerimientos de calidad, partiendo de las características de más alto nivel prescritas en la norma ISO-9126 [4], a saber: usabilidad, funcionalidad, confiabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. De modo que, a partir de esas características, se derivan subcaracterísticas, y, a partir de éstas, siguiendo un proceso de descomposición jerárquico, se especifican atributos. Es importante destacar, sin embargo, que se puede cuantificar a la calidad de un producto, mediante la apropiada agregación y cuantificación de alguna o todas las características, a partir de la medición directa e indirecta de atributos y su agrupamiento en un modelo de agregación y ulterior cálculo [11].

El principal objetivo de esta metodología consiste en evaluar y determinar el nivel de cumplimiento de las características requeridas para lo cual se analizan las preferencias globales, parciales y elementales. El resultado del proceso de evaluación (y eventualmente de comparación) puede ser interpretado como el grado de requerimientos de calidad satisfechos. La metodología comprende una serie de fases y actividades que los evaluadores deben llevar a cabo en el proceso; entre las que podemos citar las principales actividades técnicas:

1. *Definición de las metas de evaluación y selección del perfil de usuario.* Los evaluadores deben definir las metas y establecer el alcance del proyecto de evaluación Web. La evaluación puede llevarse a cabo tanto en la fase de desarrollo como en la fase operativa del proyecto, y se puede valorar la calidad de un producto completo o bien se puede valorar la calidad de un conjunto de características y atributos de un componente. Los resultados podrán ser utilizados para comprender, mejorar, controlar o predecir la calidad de los productos. Por otra parte, la relativa importancia de las características y atributos dependen del perfil de usuario seleccionado y del dominio de la aplicación. Para propósitos de evaluación en dominios Web, hemos considerado tres perfiles de usuario a un alto nivel de abstracción, a saber: visitantes, desarrolladores, y gerencadores. Siguiendo un mecanismo de descomposición podemos, por ejemplo, dividir a la categoría visitante en clases más específicas (ver [10]).

2. *Definición de los requerimientos de calidad.* Los evaluadores deben elicitar, acordar y especificar los atributos y características de calidad que van a estar presentes en el proceso, agrupándolos en un árbol de requerimientos. De las características ISO arriba mencionadas derivamos las subcaracterísticas y de éstas

podemos especificar atributos con un mínimo solapamiento. A cada atributo cuantificable del dominio empírico, le asociamos una variable en el dominio numérico; esta variable puede tomar un valor real, que podrá ser medido y computado [2]. Por ejemplo, en el caso de estudio de librerías con comercio electrónico [12], más de ciento cuarenta atributos, subcaracterísticas y características fueron seleccionadas.

3. Definición de criterios de preferencia elementales y procedimientos de medición. Los evaluadores deben definir una base de criterios para la evaluación elemental, y realizar el ulterior proceso de medición y puntaje elemental. Un criterio de evaluación elemental declara y especifica cómo medir atributos cuantificables. El resultado final es una preferencia o indicador elemental, el cual puede ser interpretado como el grado o porcentaje del requerimiento elemental satisfecho. Por lo tanto, para cada métrica de un atributo necesitamos establecer un rango de valores aceptables y definir la función de criterio elemental, que producirá una correspondencia entre el valor de la métrica con el nuevo valor que representa la preferencia elemental.

4. Definición de estructuras de agregación e implementación de la evaluación global. En el paso previo se producen n preferencias de calidad elemental para los n atributos considerados en el árbol de requerimientos. Por lo tanto, aplicando un mecanismo de agregación paso a paso, las preferencias elementales se pueden agrupar convenientemente para producir al final un esquema de agregación. Las preferencias de calidad parciales y global se pueden obtener mediante cálculo conforme al modelo de agregación y puntaje empleado. En los casos de estudio realizados hemos usado el modelo LSP [1] para estructurar y computar la calidad global de cada sitio Web [11]. La preferencia global representa el grado de satisfacción de todos los requerimientos explícitos e implícitos.

5. Análisis de resultados y recomendaciones. Una vez diseñado e implementado el proyecto de evaluación, el proceso culmina con la documentación de las conclusiones y recomendaciones. Los evaluadores analizan los resultados considerando las metas y el perfil de usuario establecidos. El proceso de evaluación, produce información elemental, parcial y global que puede ser fácilmente analizada por medio de un modelo de seguimiento o trazabilidad y eficientemente empleada en actividades de toma de decisión.

Una vez comentados los principales pasos que integran a la metodología Website QEM, en la siguiente sección vamos a poner énfasis en el estudio de las métricas automatizables. La selección de estas métricas se corresponde con las actividades de definición de criterios elementales y procedimientos de medición. Específicamente, discutiremos las métricas automatizables

para algunos de los atributos que formaron parte de los requerimientos de calidad de los casos de estudio realizados.

3. Las Métricas Web Automatizables.

Como indicamos en la introducción, los atributos de un ente (producto, proceso o recurso), se pueden categorizar en atributos directos e indirectos. Por otra parte, en consideración del tipo de recolección de datos, los atributos pueden ser parcial o totalmente automatizados. Más precisamente, para determinar el valor de un atributo, puede hacerse de un modo manual, o asistido total o parcialmente por un instrumento de medición o herramienta de recolección de datos y cálculo.

Si bien muchos de los datos recolectados para las métricas empleadas en los casos de estudio realizados para sitios académicos, de comercio electrónico, entre otros dominios, fueron implementados de un modo manual u observacional, dado que no había otro modo de hacerlo efectivamente, no obstante, la recolección de datos automática fue en muchas instancias el único mecanismo para obtener resultados de un modo confiable y eficiente. Este fue el caso para medir atributos como *Enlaces Rotos*, *Páginas de Acceso Rápido*, *Imagen con Título*, *Páginas Muertas*, *Promedio de Enlaces por Página*, entre otros. A seguir, analizamos el listado de las métricas automatizables por un instrumento de medición (como Website MA), conforme a los estudios realizados. No obstante, en el proceso de investigación en marcha, estamos descubriendo nuevas métricas automatizables (alrededor de ochenta), que serán implementados en la segunda versión de la herramienta Website MA, y serán reportados en breve.

Cantidad de enlaces rotos totales.

Este atributo indirecto representa la cantidad de enlaces rotos totales del sitio (también denominados broken o dangling links), bien sean internos o externos al mismo. Por otra parte, al momento del conteo de este atributo no se hará distinción entre URLs iguales (de enlaces rotos). Este atributo es importante a la hora de apreciar la calidad, dado que si el número de enlaces rotos es grande, la confiabilidad global del sitio podrá disminuir considerablemente para un usuario visitante. Además, es interesante discernir entre los enlaces rotos que pertenecen a URLs internos al sitio, de los enlaces rotos dirigidos a páginas externas. En la Figura 1, especificamos mediante pseudocódigo, el algoritmo que permite recorrer un sitio y calcular la cantidad de enlaces rotos totales, en función de los enlaces rotos internos y externos.

```

Precondiciones
Partiendo del URL inicial del sitio Web a analizar =
URL1
Enlaces_rotos_totales = 0
Enlaces_rotos_internos = 0
Enlaces_rotos_externos = 0
j: 1..Número total de páginas del sitio Web
analizado

Enlaces_rotos (URLj): enlaces_rotos_totales
Para cada enlace(URLji) de_la_pagina con URL= URLj
Si URLji esta roto entonces
  Si URLji es interno entonces
    Enlaces_rotos_internos = Enlaces_rotos_internos + 1
  Si no
    Enlaces_rotos_externos = Enlaces_rotos_externos + 1
  Fin si
Si no
  Si URLji es interno entonces
    Enlaces_rotos_totales = Enlaces_rotos_internos +
    Enlaces_rotos_externos + Enlaces_rotos (URLji)
  fin si
fin si
fin para
  Retornar (Enlaces_rotos_totales)
Fin

```

Figura 1. Algoritmo de automatización de la métrica enlaces rotos totales.

Website MA implementa dicho algoritmo y permite almacenar los URLs de los enlaces rotos, tanto internos como externos, para un posterior análisis y posible corrección. El chequeo de un enlace roto se comprueba por medio del tipo de error devuelto conforme a los códigos de estado del protocolo HTTP. Asimismo, en consideración del código de error devuelto, se puede determinar la cantidad de enlaces que conducen a páginas no accesibles.

Cantidad Total de Enlaces de un Sitio.

Se puede recolectar automáticamente la cantidad total de enlaces que posee un sitio Web, así como los enlaces internos y externos totales, reusando el algoritmo de la figura 1. (El lector podría considerar el cociente entre enlaces rotos externos y cantidad total de enlaces externos, - y la misma relación para los enlaces internos -, y observar la proporción entre ambos cocientes).

Porcentaje de enlaces rotos totales de un sitio.

Mediante el empleo de las métricas mencionadas anteriormente (*cantidad de enlaces rotos totales* y *cantidad total de enlaces de un sitio*), se computa el porcentaje de enlaces rotos de un sitio, establecido por la fórmula siguiente:

$$\text{PorcentajeEnlacesRotosTotales} = 100 * \frac{\text{CantidadEnlacesRotosInt} + \text{CantidadEnlacesRotosExt}}{\text{CantidadTotalEnlaces}}$$

La métrica porcentaje de enlaces rotos totales de un sitio nos da una idea global de la confiabilidad del sitio permitiéndonos además la comparación de este atributo para distintos sitios. Un estudio más detallado del impacto de esta métrica en la calidad de uso consistiría en analizar la importancia de los enlaces rotos en función de sus ubicaciones dentro de las páginas más relevantes y/o visitadas.

Cantidad de enlaces rotos distintos.

Partiendo de la métrica indirecta *cantidad de enlaces rotos totales*, queremos analizar los diferentes URLs a los que hacen referencia los enlaces rotos recolectados anteriormente. A diferencia de la métrica citada, ésta nos dará información más útil para fases de mantenimiento, y específicamente puede favorecer el análisis de impacto ante potenciales cambios.

La generación de esta métrica se realiza con una leve modificación del algoritmo mostrado en la Figura 1, consistiendo ésta en la adición de los chequeos necesarios para comprobar si el URL considerado ya fue visitado o no.

Cantidad total de enlaces distintos de un sitio.

Tal y como hemos mencionado en la métrica *cantidad total de enlaces*, la cantidad total de enlaces distintos existentes en un sitio Web, nos aportará información útil en el análisis del impacto ante cambios.

Porcentaje de enlaces rotos distintos de un sitio.

A semejanza de la métrica *porcentaje de enlaces rotos totales de un sitio*, esta métrica va a calcularse a través de las métricas: *cantidad de enlaces rotos distintos* y *cantidad total de enlaces distintos de un sitio*, aunque establecemos la relación existente en función de los enlaces no repetidos.

$$\text{PorcentajeEnlacesRotosDistintos} = 100 * \frac{\text{CantidadEnlacesRotosDistintos}}{\text{CantidadTotalEnlacesDistintos}}$$

Cantidad de imágenes de un sitio con texto alternativo.

Las imágenes nos ofrecen información visual que en ocasiones, por razones de accesibilidad o rendimiento (performance), deben ser desactivadas. Un sitio Web debe proporcionar mecanismos adecuados para la visualización opcional de las imágenes sin que por ello toda la información que conlleva se pierda. Existe una propiedad que consiste en enlazar un texto alternativo a la imagen, - propiedad ALT en HTML-, la cual contribuye a la legibilidad de la página, (incluso el texto podrá ser leído antes de que la imagen sea descargada totalmente). No

obstante, el agregado de texto alternativo no garantiza la calidad del mismo, ya que el texto pudo haber sido generado automáticamente por editores de páginas, como FrontPage. Este atributo está incluido dentro de las recomendaciones de accesibilidad del W3 Consortium [15]. Además, esta propiedad es extensible a otros objetos englobados en las páginas Web como applets, sonidos, etc.

Website MA contabiliza el número de imágenes que poseen esta propiedad.

Cantidad total de imágenes de un sitio.

La cantidad total de imágenes que posee un sitio ofrece una medida de la información visual que se nos está proporcionando. Al igual que para los enlaces de un sitio es fácil detectar la cantidad de imágenes que éste posee. Para ello, recolectaremos de cada una de las páginas analizadas, la presencia de imágenes verificando su existencia a través de la propiedad IMG soportada por el código HTML.

Porcentaje de presencia de texto alternativo.

Mediante el empleo de las métricas anteriores, *Cantidad de imágenes de un sitio con texto alternativo* y *Cantidad total de imágenes de un sitio*, se computa el porcentaje de presencia de la propiedad ALT.

$$\text{PorcentajePresenciaTextoAlternativo} = 100 * \frac{\text{CantidadImágenesconTextoAlternativo}}{\text{CantidadTotalImágenes}}$$

Cantidad total de imágenes distintas de un sitio.

La cantidad total de imágenes distintas nos está dando además de la información visual que se nos está proporcionando, la "variedad de la información", es decir podemos medir la redundancia de imágenes.

Porcentaje de redundancia de imágenes.

Obteniendo la relación existente entre la cantidad de imágenes distintas y la cantidad total de imágenes, podemos observar el porcentaje de imágenes repetidas que posee el sitio Web. La repetición de imágenes equivale a la redundancia de la información visual.

$$\text{PorcentajeRedundanciaImágenes} = 100 * \frac{\text{CantidadImágenesDistintas}}{\text{CantidadTotalImágenes}}$$

Cantidad total de páginas de un sitio.

El valor de esta métrica es un simple conteo del total de las páginas estáticas del mismo. Da una idea inicial del tamaño del sitio Web en cantidad de documentos o páginas.

Promedio de enlaces por página.

Calculado a partir de las métricas *cantidad total de enlaces* y *cantidad total de páginas*, esta métrica da una idea primaria del nivel de interconexión de un sitio (ver [11] para más detalles).

Tamaño de página.

Se mide el tamaño de una página estática, considerando todos sus componentes gráficos, textuales, tabulares, etc. Así podemos contabilizar el tamaño medido en bytes para cada página. El tamaño de las páginas es un factor importante para la apreciación de la eficiencia de un sitio. Específicamente, el tamaño es uno de los elementos que junto con el tipo de conexión va a influir en el tiempo de descarga de la página.

Páginas de acceso rápido.

El tiempo de descarga (T), estará en función del tamaño de la página estática (τ), y la velocidad de la línea de conexión establecida (c). El tiempo de descarga es directamente proporcional al tamaño de la página e inversamente proporcional a la velocidad de la línea de conexión.

$$T_{Descarga} = f(\tau, c)$$

La creación de umbrales mínimos de tamaño de la página para una descarga eficiente para una conexión dada, nos permite crear una función que clasifique cada una de las páginas del sitio en páginas de acceso rápido o páginas de acceso lento. A través de estos umbrales contabilizaremos las páginas de nuestro sitio que son de acceso rápido. El lector interesado puede referirse a las sugerencias de tamaños recomendados para ciertas líneas de comunicación [3, 8].

$$g(T_{Descarga}) = \begin{cases} \text{AccesoRápido} & T_{Descarga} < T_{máximo} \\ \text{AccesoLento} & T_{Descarga} \geq T_{máximo} \end{cases}$$

Mantenimiento del color de los enlaces.

Se podría decir que entre los atributos deseables de un sitio Web están aquellos cuya apariencia visual lejos de confundir al usuario le ayudan a mantener la coherencia en la información visualizada. Particularmente entre éstos, por ejemplo, el mantenimiento del color de los enlaces textuales es un atributo deseable. Así podemos analizar el mantenimiento del color de los enlaces en función de si fueron o no visitados, respetando preferentemente la recomendación de tonalidad azul (para los enlaces no visitados), y de púrpura (para los ya visitados) [8]. La métrica diseñada computa la cantidad de cambios en todo el sitio para ambas categorías. Por lo tanto, se analizan los códigos de color para las propiedades LINK (en el caso de los enlaces no visitados) y VLINK (para los ya visitados) del código fuente HTML.

Cantidad máxima de marcos o frames.

La métrica de este atributo es de utilidad para determinar el número máximo de vistas, la cual puede afectar a la accesibilidad. Los frames o marcos organizan una ventana en diferentes áreas o subvistas, a saber: de control y de contenido. Cuanto mayor es la cantidad de marcos, menor es la accesibilidad a las ventanas, principalmente para personas con discapacidades, entre otros inconvenientes informados. La guía provista por W3C en *WAI Accessibility Guidelines* [15], dice: "For visually enabled users, frames may organize a page into different zones. For non-visual users, relationships between the content in frames (e.g., one frame has a table of contents, another the contents themselves) must be conveyed through other means". Verificando en cada una de las páginas analizadas si existe la etiqueta FRAME, se puede comprobar de manera automática la cantidad de marcos que contiene la página. Tras este proceso, se calculará la página con el mayor número de marcos.

Cantidad de páginas muertas.

Este atributo representa la cantidad de páginas que no tienen ningún enlace de retorno dentro del sitio (también denominadas páginas huérfanas). Si un visitante accediera a una página muerta desde un URL externo al sitio, por ejemplo, a través de un enlace recuperado por un buscador en Internet (Yahoo, Altavista, etc.) no tendría la posibilidad de navegar dentro del mismo. O bien una vez que hayamos llegado a esta página a través de otras páginas del sitio en el que está contenida, será imposible salir de ella sin utilizar obligadamente los controles del navegador. Sería simplemente una página sin vínculo alguno, cuya funcionalidad navegacional es prácticamente nula y su utilidad dependerá exclusivamente del contenido de la misma.

Porcentaje de páginas muertas.

Esta métrica indirecta se calcula a partir de las métricas *cantidad de páginas muertas* y *cantidad total de páginas*. El número total de páginas muertas no es una métrica tan válida a la hora de evaluar un sitio, sino se la relaciona con el total de páginas del mismo. Al igual que con la métrica de *porcentaje de enlaces rotos*, un alto valor en el *porcentaje de páginas muertas* será un indicador potencial de una baja confiabilidad, y en consecuencia, de la calidad del sitio.

$$\text{PorcentajePáginasMuertas} = 100 * \frac{\text{CantidadPáginasMuertas}}{\text{CantidadTotalPáginas}}$$

Website MA: Detalles de Diseño e Implementación.

Como indicamos previamente, Website MA sirve de soporte al proceso de evaluación de métricas en la Web. Permite la automatización de las métricas descriptas en la

sección 3 y la generación de informes en formato gráfico y tabular. Además, es capaz de administrar múltiples proyectos Web representados por sus URLs, cada uno con sus respectivas métricas seleccionadas. Consecuentemente, esos distintos proyectos quedan almacenados con sus diferentes resultados existiendo la posibilidad de visualizar los informes en cualquier momento. También permite registrar para cada proyecto la fecha y hora de comienzo y fin de la evaluación. De este modo se puede evaluar un mismo sitio en distintas fechas. Por último, es importante resaltar que el recorrido del sitio se realiza de un modo on-line aunque se podría recorrer un sitio replicado en una máquina local.

Como se aprecia en la figura 2, la herramienta ha sido diseñada en tres capas principales, que son las siguientes:

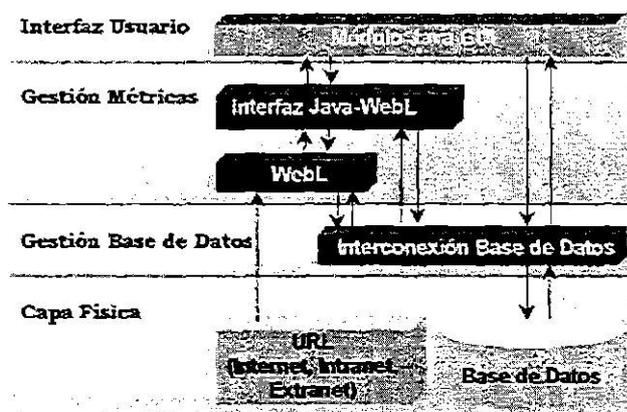


Figura 2. Capas principales de Website MA (fondo) y su arquitectura modular.

Interfaz de Usuario. Esta capa permite al usuario interactuar con la aplicación por medio de una GUI (Graphic User Interface).

Gestión de Métricas. Esta capa es la más importante de Website MA, ya que es la encargada de gestionar todas las métricas configurables por el usuario desde la GUI. Realiza la recolección de datos y el posterior cálculo de las métricas. Esta capa interactúa directamente con el URL del sitio a analizar desde donde se recolectan los datos para luego calcular las métricas. Por otra parte, interactúa con la capa de *Gestión de Base de Datos*, donde se va almacenando la información recolectada.

Gestión de Base de Datos. Esta capa es la encargada de gestionar toda la información suministrada por el usuario a través de la capa *Interfaz de Usuario*. Dentro de la información proporcionada por el evaluador se encuentran: Nombre del proyecto, URL del sitio Web, fecha y hora de inicio y fin de la evaluación, configuración de las métricas a evaluar y comentarios. Las consultas de informes gráficos y tabulares realizadas por el usuario son también resueltas por esta capa. Además, esta capa interactúa con la capa de *Gestión de Métricas*, almacenando toda la

información recolectada de los sitios, como así también, los resultados de las métricas evaluadas.

Específicamente, en consideración de las capas antes descriptas comentaremos los módulos diseñados y lenguajes utilizados para su implementación. Para analizar los archivos HTML e integrar las facilidades de cálculo y documentación, se emplearon los lenguajes de programación WebL, diseñado específicamente para manipular objetos y atributos en el código fuente HTML y XML, y el ambiente de programación Java 2. La arquitectura del sistema podemos especificarla en cuatro módulos principales, a saber: Módulo Java_GUI, Módulo Interfaz Java-WebL, Módulo WebL, y el Módulo Interconexión Base de Datos, como se muestra en la figura 2.

El Módulo *Java_GUI* se corresponde con la capa de *Interfaz de Usuario* y fue implementada en Java, haciendo uso de las facilidades del paquete *Swing*. El Módulo *Interconexión Base de Datos* es el encargado de administrar la información de los proyectos a evaluar, y de los resultados obtenidos de las métricas configuradas para un proyecto dado. A partir de las tablas almacenadas, la herramienta genera informes personalizados. El módulo *WebL* es el responsable de manipular los objetos HTML, con el fin de recorrer y recolectar los datos, conforme a las métricas configuradas. Por último, el módulo *Interfaz Java-WebL* sirve de interfaz para interactuar entre el módulo *WebL*, con los demás módulos implementados en Java.

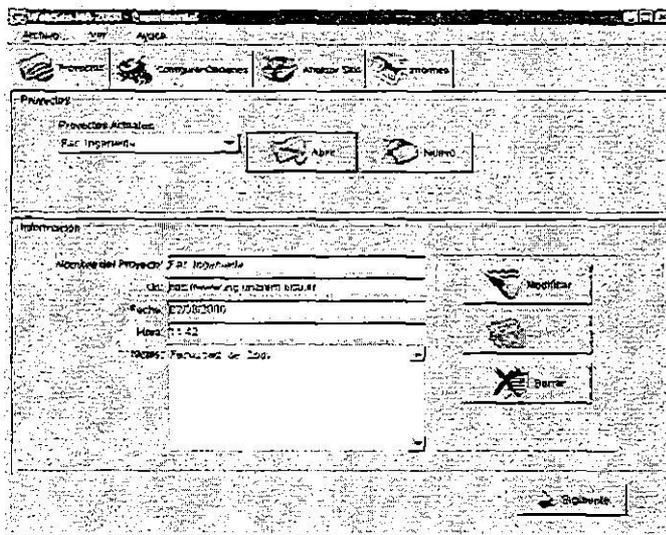


Figura 3. Una de las pantallas de Website MA

El lector interesado en mayores detalles de diseño e implementación de Website MA lo remitimos a la literatura respectiva [5]. La figura 3 muestra la pantalla inicial de la herramienta, en donde se permite abrir o modificar los datos de un proyecto.

4. Discusión

Como ha indicado Pflieger "*metrics are welcome when they are clearly needed and easy to collect and understand*" [13]. El agregado de soporte automático al proceso de recolección de datos y cálculo tiene varias ventajas que van desde la reducción de esfuerzo y costos, hasta la minimización de errores e imprecisiones debido a la intervención humana.

Si bien al momento de realizar los casos de estudio citados existían en el mercado varias herramientas que servían para recolectar datos de manera automática y generar informes como *LinkScan*[®], *WebKing*[®] y *SiteSweeper*[®], entre otras, ninguna de las mencionadas proveían un conjunto completo de métricas automatizables, conforme a las necesidades especificadas en los requerimientos de calidad y a las de los evaluadores participantes. Por otra parte, se hacía difícil la integración de las salidas producidas por esas herramientas con ciertos procesos de evaluación definidos en la metodología Website QEM. Por tal motivo, surgió la idea de diseñar y construir la herramienta Website MA de manera que automatizara todas las métricas Web, que potencialmente pudieran ser automatizadas. Además, otro objetivo de nuestro proyecto es integrar dicha herramienta a *WebQEM_Tool*, que da soporte al proceso de evaluación subyacente en la metodología Website QEM.

Particularmente, las herramientas analizadas al momento de realizar los casos de estudios (años 98 y 99) no proveían métricas que diferenciaban entre algunas de las discutidas, como *enlaces rotos totales* y *enlaces rotos totales distintos*, el *mantenimiento del color de los enlaces*, *páginas huérfanas*, *redundancia de imágenes*, entre otras. La importancia de estas métricas era fundamental para la completitud de los estudios realizados (cabe destacar que además de los casos de estudios citados, se aplicó un proceso de aseguramiento de calidad a un proyecto de desarrollo bajo contrato, a fines de 1998, con el Ministerio de Producción de la Provincia de La Pampa, Argentina). En el caso del proyecto desarrollado, la métrica *cantidad de enlaces rotos externos distintos* nos facilitó la tarea de mantenibilidad. A modo de ejemplo, podemos indicar que un URL externo al sitio, que en la fase operativa se tornó en enlace roto, era referenciado en ocho páginas. La herramienta detectó tanto el número de enlaces rotos que referenciaban a ese URL (ocho), almacenando las direcciones de las páginas en las que estaba incluido, como la *cantidad de enlaces rotos distintos* (uno) que referenciaban a dicho URL. Por lo tanto, la herramienta nos permitió no sólo realizar un análisis de impacto de cambios, sino también efectivizar las modificaciones.

5. Conclusiones.

Un empleo sistemático y disciplinado de modelos, métodos y herramientas de Ingeniería Web para el aseguramiento y control de la calidad favorece a la comprensión, al análisis y potencialmente a la mejora de la calidad producida. La metodología Website QEM [11], proporciona un enfoque sistemático y cuantitativo para la evaluación y comparación de la calidad de sitios y aplicaciones Web. Además el desarrollo de herramientas que den soporte a la metodología permite a los evaluadores agilizar los procesos de evaluación. En este contexto una de las herramientas descriptas, Website MA, automatiza la recolección de datos y realiza el cálculo de algunas métricas Web.

Una de las líneas de trabajo del proyecto de I+D que venimos desarrollando, consiste en incorporar Website MA al paquete de herramientas denominado WebQEM_Tool [14]. Una nueva versión del paquete de soporte a la metodología intentará proveer, en un conjunto de herramientas homogéneas, interoperables y colaborativas, la automatización de la mayoría de las fases y procesos de Website QEM. De este modo los evaluadores podrán especificar, diseñar e implementar, es decir, obtener los valores elementales, parciales y globales de la evaluación, y brindar recomendaciones justificables, en un ambiente colaborativo.

Agradecimientos.

Esta investigación está soportada por el proyecto UNLPam-09/F013 y su extensión en el nuevo proyecto 2001-2004, Argentina.

Referencias.

- [1] Dujmovic, J.J., 1996, "A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems", The 22nd Int'l Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise CS. CMG 96 Proceedings, Vol. 1, pp. 368-378
- [2] Fenton, N.E.; Pfleeger, S.L., 1997, "Software Metrics: a Rigorous and Practical Approach", 2nd Ed., PWS Publishing Company.
- [3] IEEE Networking the World, 2000, "IEEE Web Publishing Guide", <http://www.ieee.org/web/developers/style/>
- [4] ISO/IEC 9126, 1991, International Standard "Information technology - Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use".
- [5] Lafuente, G.J., 2000, "Automatizando Métricas en la Web", Tesis de Licenciatura, Departamento de Sistemas, UNLU., Luján, Argentina.
- [6] Lavazza, L., 2000, "Providing Automated Support for the QOM Measurement Process", IEEE Software, Vol. 17, No. 3, pp. 56-62.
- [7] Marais H., 1999, "WebL - A Programming Language for the Web", Compaq Systems Research Center (SRC)

[8] Nielsen, J.; 2000, *Designing Web Usability : The Practice of Simplicity*, New Riders Publishing

[9] Olsina, L., 1999, "Web-site Quantitative Evaluation and Comparison: a Case Study on Museums", Workshop on Software Engineering over the Internet, at Int'l Conference on Software Engineering, Los Angeles, US. <http://sern.cpsc.ucalgary.ca/~maurer/ICSE99WS/ICSE99WS.html>

[10] Olsina, L.; Lafuente, G.J.; Godoy, D; Rossi, G.; 1999, "Assessing the Quality of Academic Websites: a Case Study", In: New Review of Hypermedia and Multimedia (NRHM) Journal, Taylor Graham Publishers, UK, Vol. 5, pp. 81-103.

[11] Olsina L., 2000, "Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de Calidad de Sitios Web", Tesis doctoral defendida en Abril, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, La Plata, Argentina.

[12] Olsina. L.; Lafuente, G.J.; Rossi, G. 2000, "E-commerce Site Evaluation: a Case Study", In LNCS 1875 of Springer, 1st International Conference on Electronic Commerce and Web Technologies, EC-Web 2000, London, UK, pp. 239-252.

[13] Pfleeger, S. L., 1993, "Lessons Learned in Building a Corporate Metric Program", IEEE Software, Vol. 10, No. 3, pp. 67-74.

[14] Souto, M.E.; Papa, M.F.; 2000, "Herramienta WebQEM_Tool", Tesis de Grado defendida en Diciembre, Facultad de Ingeniería, UNLPam, Argentina.

[15] WWW Consortium. 1999, "WAI Accessibility Guidelines: Page Authoring", W3C Working Draft, "WAI Accessibility Guidelines: Page Authoring", <http://www.w3c.org/TR/WD-WAI-PAGEAUTH/>