

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 15



Título: Propuesta de un paquete de métricas para la medición de las características de la calidad en las aplicaciones Web de la Facultad 15.

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informática.

Autores: Sandor Gonzalo Echemendia Pérez.

Danelis Morales Gallardo.

Tutores: Ing. Raúl Velázquez Álvarez.

Ing. Ginisleisy Morales Gómez.

Ciudad de la Habana, Junio 2010

Declaración de Autoría.

Declaración de Autoría.

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los ___ días del mes de _____ del año _____

Sandor G. Echemendia Pérez

Firma del Autor

Danelis Morales Gallardo

Firma del Autor

Ing. Raúl Velázquez Alvarez

Firma del Tutor

Ing. Ginisleisy Morales Gómez

Firma del Tutor

Resumen.

En la actualidad la humanidad se encuentra inmersa en una revolución tecnológica, donde los avances en esta esfera marcan el ritmo del desarrollo de la sociedad y del mercado empresarial. Para competir con éxito en cualquier mercado se hace necesario producir con calidad. En medio de estos avances tecnológicos se encuentra la industria del software, donde el factor de la calidad juega un rol importante en el desarrollo de un producto. Existen varios tipos de productos de software, un ejemplo de ello lo constituyen las aplicaciones Web, estas se han convertido en la solución informática para responder a numerosos problemas, tanto en el ámbito social, empresarial como institucional. Para lograr que estos productos posean elevados índices de calidad se hace necesario el uso de mecanismos y métodos de control, como las métricas.

En la Facultad 15 de la Universidad de las Ciencias Informáticas se trabaja en estos momentos en un número importante de proyectos informáticos donde se desarrollan aplicaciones Web. Para ello el objetivo fundamental de esta investigación es: Proponer un paquete de métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web que permitan controlar y mejorar la calidad del producto final.

Como resultado de la investigación llevada a cabo, se realizó la propuesta de un paquete conformado por un total de 23 métricas, éstas abarcan las 4 características fundamentales por las que se puede medir la calidad en una aplicación Web. Dichas características son Usabilidad, Eficiencia, Fiabilidad y Funcionalidad. Mediante el uso de estas métricas se podrá obtener un mayor rendimiento de la aplicación, lograr un diseño más integral, mejorar los índices de navegación, aumentar la atracción gráfica del sistema, entre otros parámetros que le posibilitarán a los miembros del proyecto tener un mayor control sobre la aplicación, tratar eficientemente un número de errores que se van creando en el avance del proyecto, y trazarse un grupo de estrategias de trabajo al tener conocimiento de los indicadores de calidad que presenta el sistema. De esta forma se pueden lograr mayores índices de calidad en el producto, logrando mejorar aspectos como costo, tiempo de entrega y satisfacción del cliente.

Palabras Claves.

Aplicación Web, Características de la calidad, Métricas.

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 CALIDAD DEL SOFTWARE.....	5
1.3 PRINCIPALES NORMAS, MODELOS Y ESTÁNDARES. NECESIDAD DE USO. IMPORTANCIA.	7
1.3.1 ISO 9000.....	8
1.3.1.1 ISO/IEC 9126.....	9
1.3.2 CMMI.	11
1.3.2.1 Beneficios que proporciona el uso de CMMI.	11
1.3.2.2 Áreas de interés donde se puede utilizar CMMI.....	11
1.4 LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS SEGÚN CMMI.....	12
1.4.1 GQIM.....	13
1.4.1.1 Propósito de GQIM.....	13
1.4.1.2 Pasos de GQIM.....	13
1.5 INDICADORES. MÉTRICAS.....	15
1.5.1 MÉTRICAS DE CALIDAD EXTERNA.....	18
1.5.2 MÉTRICAS DE CALIDAD INTERNA.....	18
1.5.3 MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO.....	19
1.6 LA CALIDAD EN APLICACIONES WEB.....	19
1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS APLICACIONES WEB.....	20
1.6.2 CALIDAD WEB.....	20
1.6.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD WEB.....	21
1.7 MÉTRICAS WEB.....	23
1.7.1 TIPOS DE MÉTRICAS WEB.....	23
1.8 CONCLUSIONES PARCIALES.....	25
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	26
2.1. INTRODUCCIÓN.....	26
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ENCUESTA.....	26
2.2.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ENCUESTAS.....	26
2.3 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	30
2.4 PAQUETE DE MÉTRICAS.....	30

2.4.1 CRITERIOS UTILIZADOS PARA REALIZAR LA SELECCIÓN.....	31
2.4.2 PRESENTACIÓN Y APLICACIÓN DEL ENFOQUE GQIM AL PAQUETE DE MÉTRICAS.....	31
2.4.2.1 <i>Aplicando GQIM a la característica de Usabilidad.</i>	32
2.4.2.2 <i>Aplicando GQIM a la característica de Eficiencia.</i>	37
2.4.2.3 <i>Aplicando GQIM a la característica de Fiabilidad.</i>	40
2.4.2.4 <i>Aplicando GQIM a la característica de Funcionalidad.</i>	43
2.4.3 ESTRUCTURA DEL ÁRBOL DE REQUERIMIENTOS.	46
2.5 CONCLUSIONES PARCIALES.	46
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.	47
3.1. INTRODUCCIÓN.	47
3.2 MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.	47
3.2.1 PROCESO DE VALIDACIÓN DEL PAQUETE DE MÉTRICAS.....	47
3.3 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN LOS PROYECTOS SGF Y SAGEB.....	48
3.3.1 APLICANDO MÉTRICAS DE USABILIDAD.....	48
3.3.2 APLICANDO MÉTRICAS DE EFICIENCIA.	52
3.3.3 APLICANDO MÉTRICAS DE FIABILIDAD.....	58
3.3.4 APLICANDO MÉTRICAS DE FUNCIONALIDAD.	62
3.4 MÉTRICAS PENDIENTES A SER MEDIDAS.	65
3.5 CONCLUSIONES PARCIALES.	66
CONCLUSIONES GENERALES.	67
RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.	71
ANEXO 1: ENCUESTA PARA LOS PROYECTOS QUE DESARROLLAN APLICACIONES WEB EN LA FACULTAD. ...	71
ANEXO 2: ENTREVISTAS A EXPERTOS EN EL TEMA DE LA CALIDAD.....	72
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS	73

Introducción.

En medio del desarrollo tecnológico que vive hoy la sociedad mundial, la industria del software juega un papel preponderante, pues es uno de los aspectos básicos que rigen el ascendente e imparable desarrollo de las ciencias de la informática.

El software se ha convertido en un tema clave, donde se interrelacionan varias aristas del producto como son la calidad, tamaño, el costo, el tiempo y la satisfacción del cliente. A través de su paulatino desarrollo ha devenido en uno de los negocios más grandes de la actualidad en cuanto a número de productos y beneficios financieros, donde llama la atención su velocidad de crecimiento y alcance. (Cusumano, 2004)

Producto de la diversidad en cuanto a tamaño, objetivos, conocimientos del equipo de trabajo y estilos de desarrollo dentro del proceso de creación del software, la calidad de este se ha visto afectada gravemente, por lo que se hizo necesario establecer un grupo de metodologías y estándares para regir este proceso, proporcionándole al cliente un producto con calidad y que cumpla con los requisitos establecidos.

En la actualidad dado el número de procesos informatizados que existen, se requiere de un alto nivel de calidad, por lo que el proceso de seguimiento y medición de la calidad del producto no es una ventaja que este tiene a la hora de competir en el mercado del software, sino que es una necesidad adentrarla al proceso de desarrollo, desde su inicio hasta su fin, si se quiere lograr un producto eficiente y competir con éxito.

Como fruto del avance en esta esfera, existen un grupo de herramientas y mecanismos que ayudan a lograr un producto depurado y optimizado sin importar su complejidad y tamaño. Un ejemplo de estas herramientas son los modelos de calidad los cuales están definidos por un conjunto de áreas claves de procesos que permiten el planeamiento, aseguramiento y mantenimiento de la calidad del software. El proceso de medición y análisis constituye una de estas áreas, esta es la encargada de proporcionar las mediciones para evaluar los procesos que se realizan dentro del proyecto, lo cual proporciona una gran ventaja al equipo de trabajo ya que en ella se definen los objetivos por los cuales es necesario realizar la medición en el proyecto y se establecen los procedimientos de recolección y almacenamiento de los datos de las mediciones.

La emergente industria cubana del software forma parte de este desarrollo tecnológico que vive la sociedad mundial, por lo que se hace necesario conocer e implementar todos estos cambios con el objetivo de fomentar el desarrollo y la calidad de esta, además de establecer un grupo de parámetros de excelencia regidos por la correcta aplicación de los modelos de calidad.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), centro surgido a raíz de la Batalla de Ideas, tiene entre sus misiones formar profesionales altamente calificados, impulsar y contribuir al desarrollo de la industria del software en Cuba, así como promover la informatización de la sociedad cubana y la comercialización de software, por lo que en ella se combinan la educación y la producción.

Esta se ha convertido en el líder del proceso de desarrollo de software en el país, llevando a cabo una gran cantidad de proyectos tanto para la industria nacional como su comercialización hacia el extranjero, una gran parte de estos proyectos están encaminados al desarrollo de aplicaciones Web para lo cual se plantea la necesidad del uso de los modelos de calidad requeridos para desarrollar productos eficientes. A pesar de esto, en la actualidad la UCI no posee alternativas totalmente adecuadas para poder medir de forma satisfactoria las características de la calidad en las aplicaciones Web, lo cual ha dificultado el desarrollo satisfactorio del producto, ya que su calidad no ha sido la óptima, pues aspectos como el tiempo de entrega, costo total del ciclo de vida y la satisfacción del cliente están siendo afectados lo cual ha repercutido negativamente en las relaciones empresa - cliente.

Por todo lo expresado anteriormente se necesita buscar una solución al siguiente problema científico: Las dificultades en la medición y evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web están afectando la calidad del producto final.

El objeto de estudio de la investigación es el Proceso de Medición en las aplicaciones Web y el campo de acción son los Indicadores para la medición de las características de la calidad en las aplicaciones Web.

Para proporcionar una solución al problema científico planteado anteriormente se define como objetivo general: Proponer un paquete de métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web que permita controlar y mejorar la calidad del producto final.

Para el desarrollo de la investigación se propone la siguiente hipótesis:

Si se propone un paquete de métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web se contribuirá a controlar y mejorar la calidad del producto final.

Con el objetivo de guiar la investigación se definieron las siguientes tareas:

- Realización de entrevistas a personal con experiencia sobre la aplicación de métricas para la evaluación de las aplicaciones Web.
- Aplicación de encuestas en los grupos de desarrollo de los proyectos de la Facultad 15 para recopilar la información relacionada con la calidad de la aplicación Web que desarrollan.
- Elaboración del marco teórico de la investigación.

- Descripción de las métricas para aplicaciones Web.
- Definición del paquete de métricas a proponer.
- Validación y evaluación de la propuesta mediante la aplicación del paquete de métricas.

Para orientar el Diseño metodológico de la investigación se utilizaron los Métodos Científicos, que posibilitan realizar el estudio del problema, y facilitan la construcción de modelos.

Entre los Métodos Científicos que guiaron el desarrollo de la investigación se encuentran los métodos teóricos y los empíricos.

Los Métodos teóricos utilizados son los siguientes:

Analítico - sintético. A partir de un estudio detallado de las teorías, tendencias y documentos relacionados con el tema se puede sintetizar los elementos más importantes y de mayor utilidad para el desarrollo del trabajo y en el momento de proponer una solución acertada.

Histórico - lógico. Al hacer un estudio crítico de los trabajos anteriores en este contexto y para utilizarlos como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados, además para constatar teóricamente cómo ha evolucionado la investigación en un período de tiempo, en toda su trayectoria o en un fragmento temporal de la lógica de su desarrollo.

Inductivo - deductivo. Al llegar a un grupo de conocimientos generalizadores, tanto desde el análisis de lo particular a lo general, como desde el análisis de elementos generalizadores a uno de menor nivel de generalización.

Conjuntamente a los métodos mencionados anteriormente y para completar la investigación se utilizaron los siguientes Métodos empíricos:

Entrevista. Es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos.

Encuesta. Se realiza cuando la información puede ser obtenida a partir de la respuesta que una persona o varias puedan dar a un cuestionario preelaborado, y las mismas están dispuestas a colaborar con la investigación.

El presente trabajo de diploma consta de una Introducción, 3 capítulos con la intención de realizar una división por los contenidos que serán tratados, las conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas utilizadas durante el desarrollo del trabajo, un glosario de términos y siglas y por último los anexos que complementan el cuerpo del trabajo y que son necesarios para su entendimiento.

Distribución de los capítulos:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica. En este capítulo se hace un análisis de la actualidad internacional y nacional sobre el tema de las métricas para la evaluación de aplicaciones Web, profundizando en los términos referentes al mismo, además se abordan las principales definiciones que se tienen en cuenta durante todo el trabajo.

Capítulo 2: Descripción de la Propuesta de Solución. En este capítulo se realiza la presentación del paquete de métricas, desarrollándose un análisis de la encuesta aplicada, y se presenta una descripción detallada del proceso de selección de las métricas que conformarán el paquete.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta de Solución. En este capítulo se determina la probabilidad de éxito que tiene la propuesta, para esto se realizan un conjunto de cálculos los cuales se detallan con el objetivo de lograr un mayor entendimiento.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

1.1 Introducción.

La industria del software con su imperante desarrollo, marca indiscutiblemente el avance que se experimenta en la esfera científico – técnica. El uso del software en cualquier área donde se necesite gestionar, administrar o almacenar datos es muy común. Desde el software que se usa en la medicina para la detección de enfermedades, el que se utiliza para realizar observaciones cosmológicas, hasta el muy conocido software educativo, humanizan en gran medida el trabajo del ser humano, lo cual repercute positivamente en un ahorro de tiempo y dinero. Sin embargo a la hora de desarrollar un software siempre están presentes las siguientes interrogantes:

¿Podrá el software lograr un mayor nivel de eficacia y exactitud de desempeño que una persona?

¿Cómo podemos lograrlo?

¿Qué podemos hacer en el proceso de desarrollo del software para disminuir parámetros como el tiempo y el costo?

Para poder darles respuestas a estas interrogantes, muchas organizaciones han planteado un grupo de trabajos e investigaciones enfocadas principalmente al establecimiento de un grupo de normas, estándares y metodologías para lograr un proceso de desarrollo, mantenimiento, y operación con un gran nivel de éxito, donde la eficiencia sea un factor primario. (Victoria-Gasteiz., 2006)

En el presente capítulo se abordarán aspectos teóricos fundamentales para el trabajo, así como un grupo de conceptos y terminologías propias del dominio del trabajo. Se tratarán temas como la calidad del software, normas y estándares de calidad, modelo CMMI, medición y análisis, calidad Web, métricas Web, entre otros. Todo esto con el objetivo de presentar las bases teóricas sobre la cual se enfoca la investigación.

1.2 Calidad del Software.

La puesta en práctica de la calidad del software, es un proceso que se ha implementado paulatinamente, pues en esta industria, eran habituales los sucesivos fracasos de las distintas metodologías para dominar la complejidad del software, lo que implicaba el retraso de los proyectos, las desviaciones por exceso de los presupuestos fijados y la existencia de deficiencias respecto a los requisitos del cliente. Las empresas desarrolladoras de software liberaban productos a sus clientes con un alto porcentaje de defectos, lo que traía aparejado que muchos de los proyectos de software fueran cancelados, consecuencia directa de la desorganización y la falta de planificación. (Minguet, y otros, 2007)

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Ante todos estos problemas, a las entidades desarrolladoras de software se les hizo necesario establecer adecuados sistemas de calidad que proporcionaran a los clientes la suficiente confianza para adquirir o contratar el desarrollo de un producto y que este producto pudiese ser utilizado por mucho tiempo de forma satisfactoria.

Por estas razones el desarrollo de software se convierte en algo más que la utilización de herramientas y lenguajes de programación pues se incorpora la calidad durante todo el proceso de producción.

En las empresas productoras de software se utilizan metodologías de calidad en los procesos de desarrollo, se adquiere un compromiso adoptando estándares internacionales de calidad que proporcionen la confianza requerida por los clientes y esto se verá reflejado en su competitividad con otras empresas a nivel internacional.

De esta forma la búsqueda de un reconocimiento internacional de calidad iniciado en algunas empresas del sector, ofrece en los mercados mayores posibilidades de éxito y abre las puertas para que otras empresas se animen en estos procesos y se desate un alto interés y compromiso hacia la incorporación de dichos estándares y utilización de reconocidas metodologías.

Por lo que se hace necesario resaltar que el concepto de calidad de software adquiere cada día mayor importancia, siendo definida por varias instituciones y personalidades de la industria del software, de la siguiente manera:

- Calidad del software: es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. (IEEE, 1990)
- Calidad del software: es el conjunto de cualidades que lo caracterizan y que determinan su utilidad y existencia. La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. (Rubio, 2002)
- Calidad del software: es la ausencia de defectos, la aptitud para el uso, la seguridad, la confiabilidad y la reunión de especificaciones. (Estevéz, 2002)
- Calidad del software: concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario. (Pressman, 1998)

En general, se puede concluir que la calidad del software es la obtención de un producto que responde a las necesidades del cliente, con las características y propiedades requeridas en el tiempo y costo estimado.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

En la actualidad, las tecnologías de la información cobran gran relevancia y la información pasa a ser un elemento muy valioso, es por ello que el software con calidad se convierte en una herramienta fundamental para las empresas.

Existen varias razones planteadas en (Minguet, y otros, 2007), que justifican la importancia de la calidad del software para la supervivencia de las empresas, estas son:

- La calidad es un factor competitivo.
- La calidad es esencial para el comercio internacional.
- La calidad reduce las pérdidas producidas por la no calidad.
- La calidad mantiene a los clientes e incrementa los beneficios.
- La calidad es el sello distintivo de los negocios a nivel mundial.

Para lograr un proceso de desarrollo con eficiencia han surgido una serie de herramientas, técnicas y modelos que facilitan a las organizaciones encargadas de la producción de software generar productos que cumplan las expectativas del cliente, herramientas que prometen ser la solución a los problemas de calidad, costo y tiempos de desarrollo; entre éstas podemos mencionar a los modelos de calidad. (Alarcón, 2004)

1.3 Principales normas, modelos y estándares. Necesidad de uso. Importancia.

En la actualidad para lograr un producto competitivo el uso de los modelos de calidad se hace imprescindible. Estos te dicen que hacer, no como hacerlo, ya que dependen de las metodologías que se usen y de los objetivos del negocio.

“Un modelo de calidad de software: es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos”. Además un modelo de calidad. (Martínez, 2005)

- Jerarquiza el concepto de calidad.
- Facilita las operaciones.

El uso de las prácticas de calidad en el desarrollo de software trae aparejado numerosos beneficios. En cuanto al cliente se consigue una mejora de su satisfacción, de la fiabilidad del software, se reducen los errores en explotación y se logra el cumplimiento de los requisitos. Desde la perspectiva de una organización se consigue verificar que se han implantado las características que indicó el usuario, se asegura que los procesos se aplican de la forma adecuada lo cual facilita su perfeccionamiento con el tiempo. (Martínez, 2005)

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

En general los modelos de calidad permiten, según (García, y otros, 2000)]:

- Manejar diferentes perspectivas de modelado.
- Gestionar la evolución y asegurar la consistencia de los cambios.
- Crear Factorías de la experiencia.
- Ayudar a entender qué estamos haciendo.
- Proporcionar una base para definir objetivos.
- Proporcionar una base para la medición.
- Concretar la calidad en algo que se puede: definir, medir y planificar.
- Ayudar a mejorar la comunicación entre usuarios, dirección y técnicos.

Con el actual desarrollo del software, existe una inmensa necesidad de utilizar los modelos de calidad por parte de las empresas productoras, ya que la sociedad informática actual no concibe un producto sin la calidad requerida.

Mucho de los problemas comunes que existen en estas empresas son la aplicación inadecuada de las técnicas de Ingeniería de Software, la mala organización de la empresa, la no utilización de los roles apropiados para el desarrollo de las tareas y la falta de un modelo de calidad.

Para darle solución a todos estos problemas se plantea como un desafío inminente para la empresa cubana de producción de software, el adaptar sus procesos según los estándares internacionales de certificación y modelos de desarrollo, para así ganar espacio en medio de la competencia que existe actualmente en el mercado mundial de software.

1.3.1 ISO 9000.

Con el objetivo de estandarizar los sistemas de calidad de las diferentes empresas y sectores, se publican las normas ISO 9000, que son un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre la garantía de calidad de los procesos. Así, se consolida a nivel internacional la normativa de la gestión y control de calidad.

Publicada en el año 1987 y adoptada por más de 90 países, establece directrices para la gestión del sistema de calidad y modelos de garantía de calidad para la empresa. Estas directrices son genéricas y aplicables a cualquier sector. Es un marco de trabajo para la mejora continua que tiene como objetivos:

-Proporcionar una guía para la gestión de la calidad: diseño e implantación de sistemas de calidad. (ISO 9000 no normaliza el sistema de gestión de calidad, ya que esto depende del tipo de sector, tamaño de la

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

empresa y organización interna, sino que normaliza las verificaciones que se han de realizar sobre el sistema de calidad).

-Describir los requerimientos generales para garantizar la calidad (demostrar la idoneidad del sistema de calidad).

Como aspectos positivos de la ISO 9000, destaca la confianza que proporciona a los clientes, el ahorro de tiempo y dinero que supone el evitar recertificar la calidad según los estándares locales o particulares de una empresa, la garantía que proporciona de que las cosas se hacen tal y como se han dicho que se hacen, es un factor competitivo para las empresas y se ha adaptado a más de 90 países e implantado a todo tipo de organizaciones industriales y de servicios, tanto sector privado como público .

Y como aspectos negativos, el hecho de que es costoso, que muchas veces se hace por obligación, hay mucha publicidad engañosa y que es cuestión de tiempo que deje de ser un factor competitivo.

1.3.1.1 ISO/IEC 9126.

Un hito en la definición de estándares de calidad de producto software, destinado a evaluación, se dio a finales de 1991, cuando ISO/IEC publicó el modelo de calidad y el proceso de evaluación [ISO9126]. Como antecedente es necesario remarcar que desde 1976 se habían publicado trabajos que fueron reconocidos y tomados en cuenta en el estándar, entre los que corresponde mencionar los realizados por Bohem, Mc Call y la fuerza aérea de los Estados Unidos. En estos trabajos ya se definían modelos y marcos de calidad.

La virtud de la organización ISO/IEC fue lograr el consenso necesario para un emprendimiento que tuviera alcance y reconocimiento internacional. Esta especificación fue evolucionando a lo largo del tiempo, manteniéndose en buena medida la estructura y espíritu originales.

El estándar [ISO9126] prescribe seis características que describen, con mínimo solapamiento, a la calidad de software. Además, informa acerca de un conjunto de subcaracterísticas de calidad para cada característica en particular. También especifica un modelo de proceso de evaluación, en donde las entradas de información para la definición de requerimientos de calidad son el modelo de calidad ISO y las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios.

La norma ISO/IEC 9126 consta de las siguientes partes:

Parte 1: Modelo de Calidad.

Parte 2: Calidad externa.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Parte 3: Calidad interna.

Parte 4: Calidad en el uso.

A continuación se muestra el Modelo de calidad propuesto en la ISO/IEC 9126 donde se definen el conjunto de características que componen la calidad interna y externa, también se muestra el esquema de las características de la calidad en uso.

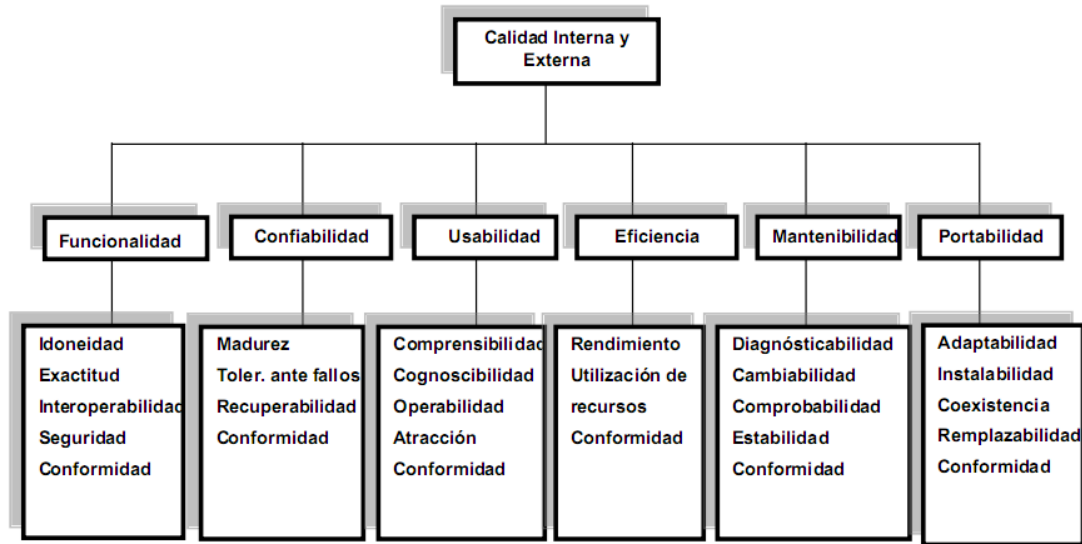


Figura 1: Modelo de calidad para la calidad interna y externa.

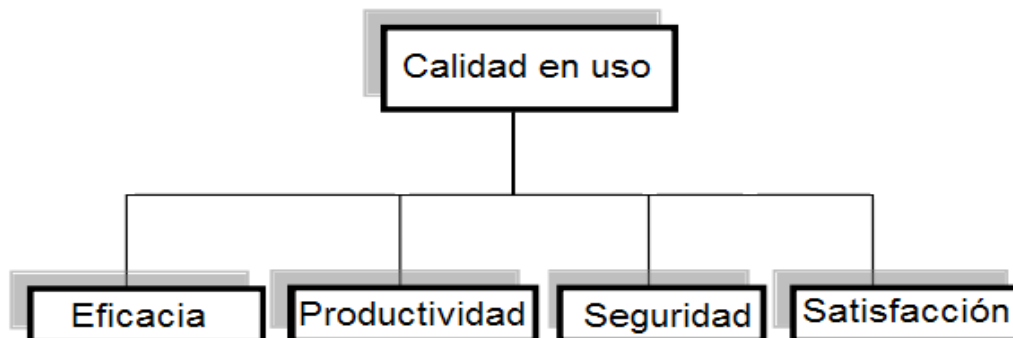


Figura 2: Modelo de calidad para la calidad en uso.

Las empresas necesitan marcas y certificados que ayuden a vender sus productos, se potencia la creación de infraestructuras de calidad: entidades de acreditación, organismos de normalización y entidades de inspección, se impulsa la implantación de programas de calidad en las distintas

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

administraciones públicas, las grandes empresas exigen certificados de calidad a sus proveedores y desde la administración se potencia, mediante subvenciones, la implantación de programas de calidad.

1.3.2 CMMI.

CMMI es un enfoque de mejora de procesos que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para desarrollar procesos eficaces. Este puede ser utilizado para guiar la mejora de procesos a través de un proyecto, una división o una organización, ayuda a integrar las funciones de organización tradicionalmente separadas, fijar objetivos de mejora de procesos y prioridades, proporcionar orientación a los procesos de calidad y proporcionar un punto de referencia para evaluar los procesos actuales.

1.3.2.1 Beneficios que proporciona el uso de CMMI.

- Las actividades de su organización están explícitamente vinculadas a sus objetivos de negocio.
- Su visibilidad en las actividades de la organización es mayor para ayudar a asegurar que su producto o servicio cumple las expectativas del cliente.
- Se aprende de las nuevas áreas de las mejores prácticas (por ejemplo, medición de riesgo).

1.3.2.2 Áreas de interés donde se puede utilizar CMMI.

- Desarrollo de productos y servicios (CMMI para el modelo de Desarrollo).
- Servicios, establecimiento, manejo y entrega (CMMI para el modelo de Servicios).
- La adquisición de productos y servicios (CMMI para el modelo de Adquisición).

En CMMI se proponen marcos de calidad para mejorar los niveles de madurez del proceso de desarrollo de software, definiendo como entidades a ser medidas, al Proyecto, al Proceso y al Producto. (CMMI, 2006)

Antes de poder aplicar la mejora en cualquier organización, es necesario partir de una base cuantitativa que permita determinar, de una forma objetiva, los puntos fuertes o débiles de los productos y procesos, por este motivo, se han hecho esfuerzos en los diferentes modelos de procesos, como en la ISO/IEC 15504 (Synspace, 2004), que define un modelo de medición o como en CMMI que incorporó una nueva área de procesos en su nivel dos de madurez denominada “Medición y Análisis”; la ISO 9000:2000 establece la necesidad de implementar un modelo de medición, con el objetivo de controlar la calidad del producto, la capacidad del proceso y la satisfacción del cliente, es decir, implementar el concepto de “Calidad Total” (TQM, Total Quality Managemnt). (Wohlin, y otros, 2000)

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Como soporte a los modelos de medición se pueden destacar marcos de trabajo como GQM (Goal Question Metric) o GQIM (Goal Question Indicator Metric) (Shrum, y otros, 2003) y los estándares ISO 15939 e IEEE 982.2-1988. Estos estándares y marcos de trabajo se esfuerzan en proporcionar la referencia necesaria para poder llevar a cabo el proceso de medición de una forma efectiva y sistemática. Por otra parte, la Norma mexicana MoProSoft, proporciona a la pequeña y mediana industria de software un modelo fácil de entender, fácil de aplicar, no costoso en su adopción, constituyendo la base para alcanzar evaluaciones exitosas con otros modelos o normas. Este modelo continúa con los esfuerzos antes mencionados, ya que sugiere indicadores y mediciones que permiten a una organización analizar su desempeño, mejorar sus prácticas y consecuentemente entregar productos de software de alta calidad. Pero actualmente cada organización elige la forma de definir dichos indicadores, por lo tanto, es difícil hablar de estandarización a nivel de mediciones. Adicionalmente, para la mayor parte de las pequeñas organizaciones, resulta complicado reconocer qué es lo que vale la pena medir y cómo medirlo.

Por otra parte, se debe destacar que todas las medidas propuestas dependen mucho de la repetitividad del proceso, ya que si el proceso se hace inestable, debido a cualquier cambio dentro del ciclo de vida del software, fallas o cambios de requisitos, dicho proceso se realizará de manera diferente en distintas ocasiones, por lo tanto, las mediciones serán inconsistentes y no se podrán comparar los resultados, ni llegar a conclusiones sobre su análisis. Por estos motivos, para implementar un proceso de mediciones exitoso en las organizaciones, se debe alcanzar al menos un nivel 2 de madurez en CMMI. (CMMI, 2006)

1.4 La medición y análisis según CMMI.

La medición y análisis es un área de proceso del nivel 2 de CMMI (administrado) su objetivo fundamental es desarrollar y sostener una capacidad de medición que sea usada para ayudar a las necesidades de información de la gerencia, basándose en el concepto de que *“solo lo que se mide, se puede controlar”*. (Méndez, 2006)

Los datos tomados para la medición son alineados con los objetivos de la empresa para proporcionar información útil a la misma.

Según se plantea (Gracia, 2005), los objetivos específicos que se persiguen con la medición y análisis son:

- Alinear mediciones y actividades de análisis.
- Realizar una planificación y estimación objetiva.
- Comparar el rendimiento actual contra el rendimiento esperado en el plan.
- Identificar y resolver problemas relacionados con los procesos.

- Proporcionar una base para añadir métricas en procesos futuros.
- Proporcionar resultados de mediciones.

Con el cumplimiento de cada uno de los objetivos de la medición y el análisis se podrá entender qué ocurre durante el desarrollo del proyecto, mejorando la metodología de trabajo de cada uno de los procesos que se desarrollan dentro de este, lo cual marcará el alto nivel de calidad que deben tener los productos. Para ello existen un grupo de marcos y enfoques de calidad que se encuentran alineados con los objetivos del proyecto, un ejemplo de ello es el enfoque GQIM sobre el cual se basa el trabajo.

1.4.1 GQIM.

El GQIM (Goals Questions Indicators and Measures) es un Proceso de Medición dirigido a objetivos, el mismo que fue desarrollado por el SEI (Software Engineering Institute) en la universidad de Carnegie Mellon en Pittsburg y está enmarcado dentro del área de medición y análisis en el nivel 2 del CMMI (Capability Maturity Model Integration).

1.4.1.1 Propósito de GQIM.

El propósito del GQIM es plasmar en mediciones específicas los objetivos de negocio de las empresas desarrolladoras de software, para asegurar de esta manera que cada dato recopilado ayudará al cumplimiento de los mismos. El proceso empieza con identificar los objetivos del negocio y dividirlos en sub-objetivos más manejables, finalizando con un plan para implementar mediciones bien definidas e indicadores que ayuden a cumplir los objetivos del negocio. En todo el proceso se mantiene el seguimiento de los objetivos iniciales de esta manera al recolectar los datos no se los pierde de vista.

1.4.1.2 Pasos de GQIM.

El GQIM consta de 10 pasos:

1. Identificar los objetivos de negocio: es el primer paso para identificar y definir mediciones específicas del software y consiste en identificar los objetivos de negocio en los cuales están basados los esfuerzos de la organización. Este paso debe dar inicio en cualquier nivel organizacional donde los objetivos puedan ser razonablemente identificados.
2. Identificar qué se desea saber o aprender: consiste en identificar que es necesario conocer para entender, medir, predecir o mejorar las actividades necesarias para lograr los objetivos. La herramienta recomendada para identificar estas preguntas es la lista de entidades y preguntas.
3. Identificar los sub-objetivos de negocio: consiste en transformar los objetivos de negocio de alto nivel en Sub-Objetivos que se relacionen específicamente con actividades que se manejan o

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

desarrollan. Se agrupan las preguntas que se refieran a problemas similares. Estos problemas son potenciales Sub-Objetivos.

4. Identificar entidades y atributos: utilizando la lista de preguntas que se refieren a un mismo problema se identifican la entidad implícita en cada pregunta y los atributos relacionados con cada entidad. Los atributos son aquellos que si son cuantificados ayudarán a responder la pregunta o establecer un contexto para interpretar las respuestas.
5. Formalizar los objetivos de medición: utilizando los Sub-Objetivos, Entidades y Atributos se generan los Objetivos de Medición utilizando la siguiente estructura: Un objeto de interés, un propósito, una perspectiva y una descripción del entorno y restricciones.
6. Identificar preguntas e indicadores cuantificables: en este paso se generan preguntas cuantificables relacionadas a los objetivos de medición. Se definen los indicadores que contestarán dichas preguntas. Cuando se identifican preguntas y definen indicadores es importante tener en cuenta el objetivo al cual se dirigen. Ej.: En entornos cambiantes es menos útil precisar números y hacer análisis estadísticos.
7. Identificar los elementos de datos: se listan los datos que son necesarios obtener para formar los indicadores. Algunos datos obtenidos pueden ayudar a formar más de un indicador.
8. Definir las mediciones: los nombres de las mediciones no son suficientes. Es necesario realizar una buena descripción de todos los detalles de la medición para facilitar que otras personas conozcan exactamente cómo cada medición debe ser obtenida e interpretada correctamente.
9. Identificar las acciones necesarias para implementar las mediciones: en este paso se añade información acerca del estado actual y el uso de las mediciones, de esta manera se puede preparar un plan efectivo para implementar las mismas.
10. Preparar un plan: se prepara un plan para implementar las acciones que han sido identificadas.
(Parl, y otros, 1996)

A continuación se muestra un gráfico que resume el proceso GQIM.

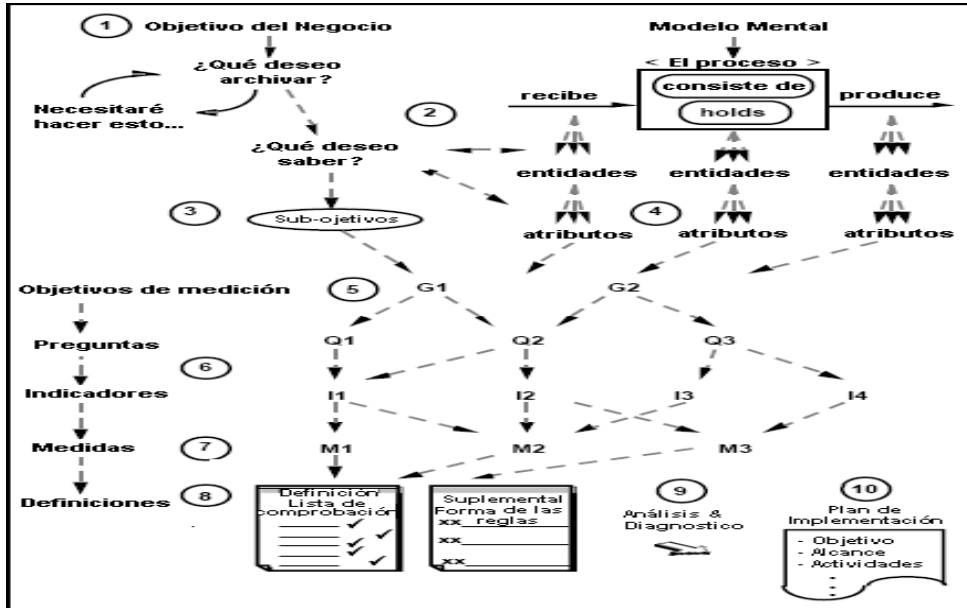


Figura 3: Proceso GQIM.

Estos pasos permiten hacer un seguimiento del desempeño del software manteniendo en todo momento la correspondencia entre las mediciones realizadas y los objetivos de medida de la organización. Para ello es fundamental realizar una buena selección de los indicadores con que se van a trabajar y de las métricas que se utilizarán para realizar la evaluación.

1.5 Indicadores. Métricas.

En la Ingeniería de Software resulta muy útil disponer de métricas que nos permitan medir los atributos de los productos de software y poder por tanto conseguir productos más entendibles y controlables, de lo contrario no se puede elegir la opción que asegure una mayor calidad, ya que cada acción derivada de una medición depende del objetivo concreto que se persigue.

La existencia de las métricas permite a los ingenieros del software, darle respuestas a un grupo de preguntas que se formulan a la hora de realizar un nuevo proyecto, algunas de estas interrogantes pueden ser:

¿Cuánto se tardará en desarrollar el sistema?

¿Es rentable?

¿Cuántos errores se esperan encontrar?

¿Será fiable una vez desarrollado?

Hay cuatro razones para medir: Caracterizar, Evaluar, Predecir y Mejorar.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Aunque medida, medición y métrica son términos que suelen usarse de manera intercambiable, es importante observar sus diferencias.

- Medida: valor asignado a un atributo de una entidad mediante una medición. Ejemplo: 35.000 líneas de código.
- Medición: es el acto de determinar una medida. Ejemplo: Ana será la encargada de medir las LDC de cada módulo del sistema.
- Métrica: medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado. Incluye el método de medición. Ejemplo: La productividad de este proyecto fue de 500 líneas (LDC/persona-mes).
- Indicador: es una métrica o combinación de métricas que proporcionan una visión profunda del proceso de software. Ejemplo: la productividad media de nuestra empresa es de 500 (LDC/pm).

Las métricas ayudan a entender tanto el proceso técnico que se utiliza para desarrollar un producto, como el propio producto. El proceso para intentar mejorarlo y el producto para intentar aumentar su calidad.

El término de métricas de software se asigna a un amplio rango de actividades según plantea (Calero, 2005), por ejemplo:

- Medidas y modelos de estimación de coste y esfuerzo.
- Modelos y medidas de productividad.

Aseguramiento y control de calidad.

- Medidas y modelos de calidad.

Complejidad computacional o algorítmica.

- Métricas estructurales o de complejidad.

En el software hay tres clases de entidades cuyos atributos se pueden querer medir: los procesos, que son actividades software y que generalmente tienen un factor de tiempo; los productos, que son artefactos entregables o documentos derivados de los procesos y los recursos, que son los elementos que hacen de entrada a los procesos. (Calero, 2005)

- Procesos: son actividades software que normalmente conllevan el factor tiempo, por ejemplo, construir un documento de especificación. Los atributos internos interesantes directamente medibles para los procesos son, el tiempo (duración del proceso), el esfuerzo (asociado al proceso) y el número de incidentes de un tipo específico que se dan durante el proceso (por ejemplo el número de errores de requisitos encontrados durante la construcción de la especificación) Hay diferentes maneras de

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

combinar estos atributos para formar medidas indirectas (coste medio de cada error encontrado durante el proceso).

- **Productos:** son entregables, artefactos o documentos generados en el ciclo de vida del software, por ejemplo, documentos de especificación, representación del código fuente o documentos de estrategias del testeo. Ejemplos de atributos externos de productos son: la fiabilidad del código, la entendibilidad de un documento de especificación, la mantenibilidad del código fuente, entre otros. Ejemplos de atributos internos son: para documentos de especificación, la longitud, funcionalidad, modularidad o corrección sintáctica. Para diseños formales y código, cohesión y acoplamiento de módulos, además de todos los anteriores.
- **Recursos:** son todos aquellos elementos que hacen de entrada a la producción software. Por ejemplo el personal, los materiales, las herramientas y los métodos. Las métricas deben ser definidas de una forma metodológica y disciplinada, deben ser sencillas y estar definidas con precisión, deben definir sus valores y sus límites, deben ser objetivas, fáciles de obtener, válidas y robustas.

Utilizando conjuntos de métricas consistentes, se pueden obtener múltiples beneficios como solucionar problemas del software, realizar estimaciones de tiempo y costes más precisas, conseguir una mayor productividad y productos de mejor calidad.

Por el contrario, si se prescinde del uso de métricas, la gestión del software no es tan efectiva, el desarrollo de software es muy complejo y se tendrán pocas medidas buenas del proceso o del producto.

Para conseguir la mejora del proceso, se necesita identificar, medir y controlar sus parámetros fundamentales. Las métricas deben aplicarse tanto sobre el proceso de software como en el producto y debe estar claramente indicado el propósito de cada medida.

La mayor parte de los aspectos del producto y del proceso software son demasiado complicados para ser identificados por una única medida y además, la tarea de medir no se debe limitar a utilizar modelos y medidas tal como han sido definidas en otros entornos. Para cada entorno existe un conjunto característico de medidas que proporcionan la información necesaria con objetivos de definición e interpretación. Las medidas deben asociarse con interpretaciones, pero estas interpretaciones deben corresponder con un determinado contexto. Se necesitan múltiples mecanismos para la recopilación y validación de datos. Para evaluar y comparar proyectos y para llevar a cabo modelos se necesita una base histórica de experiencias. La base de experiencias debería evolucionar de una base de datos a una base de conocimientos para formalizar la reutilización de la experiencia. (Calero, 2005)

1.5.1 Métricas de Calidad Externa.

Las métricas externas se relacionan con el comportamiento del software cuando este está en ejecución.

La ISO 9126-2 proporciona métricas externas para medir cuantitativamente cada una de las características y subcaracterísticas de la calidad del software, definidas en la ISO9126-1. Además proporciona una guía para el usuario de las métricas para planificar la evaluación, seleccionar métricas, diseñar métricas, aplicar métricas e interpretar los datos obtenidos en las mediciones.

La 9126-2 no asigna rango de valores a las métricas en niveles de puntuación o grados de conformidad ya que los valores se definen para cada producto software o parte del mismo, por su naturaleza dependiendo de factores como la categoría del software, nivel de integridad y necesidades de usuario.

Ejemplo de una métrica:

Métricas de conformidad (con la mantenibilidad): debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones u ocurrencias de problemas de conformidad, que no logra el producto software cumplir los estándares, convenciones o regulaciones relativas a la mantenibilidad que se requiere que cumpla.

Cobertura de satisfacción de elementos de conformidad relativos a la mantenibilidad:

$X = 1 - (A / B)$, A número de elementos de conformidad fallados durante las pruebas, B número de elementos de conformidad totales.

1.5.2 Métricas de Calidad Interna.

Las métricas internas miden las características del software en sí mismo, tal como el número de líneas del código o el número de las llamadas de función, se realizan sobre un producto software no ejecutable.

La ISO 9126-3 proporciona un conjunto de métricas internas utilizadas para predecir las características de calidad de cualquier producto de software terminado o en desarrollo.

El principal objetivo de las métricas internas es asegurar que los requisitos de calidad externa y la calidad en uso se logren.

Ejemplo de una métrica:

Métricas de estabilidad: deberían ser capaces de medir los atributos relacionados con el comportamiento inesperado del sistema, incluyendo el software cuando se prueba o se opera después de su modificación.

Fallos encontrados después de los cambios: $X=1-(A/B)$, A número de fallos con efectos laterales confirmados en la revisión, B número total de fallos.

1.5.3 Métricas de Calidad en Uso.

La calidad en uso, es la visión del usuario (en sentido amplio: usuario final, operadores, personal de mantenimiento, entre otros.) de la calidad de un entorno que contiene el software y se mide a partir de los resultados de utilizar el software en el entorno. Las métricas de calidad en uso se agrupan en cuatro bloques:

Las métricas de efectividad relacionan los objetivos de los usuarios con la precisión y completitud con la que tales objetivos son logrados.

Las métricas de productividad relacionan el nivel de efectividad alcanzado en relación con el consumo de recursos. Los recursos relevantes pueden incluir esfuerzo físico y mental, tiempo, materiales o dinero. El tiempo suele ser el recurso más importante.

Las métricas de seguridad evalúan el grado del riesgo de daño a personas, inmuebles, entre otros. Abarca la seguridad y salud tanto del usuario como de los afectados por el uso, al igual que consecuencias físicas o económicas no intencionadas.

Las métricas de satisfacción evalúan la actitud del usuario en lo que se refiere al uso del producto y un contexto determinado.

El aspecto de la calidad en uso es fundamental para que el producto tenga una satisfactoria aceptación, en las aplicaciones Web que es el ámbito donde se desarrolla la investigación el aspecto de la calidad de la usabilidad juega un papel fundamental.

1.6 La calidad en aplicaciones Web.

Las aplicaciones Web son programas que utilizan un navegador de internet para visualizar su interfaz, son soluciones informáticas que los usuarios utilizan accediendo a un servidor a través de Internet o su red interna (intranet). El acceso a la aplicación puede realizarse desde diferentes tipos de máquinas, PCs, Macs, PDAs, entre otras, así como desde diferentes sistemas operativos, Windows, Mac OSX, Linux.

Las ventajas son múltiples:

- Curva de aprendizaje rápida, el concepto de hipervínculo está muy extendido entre los usuarios.
- No existen costes de licencia.
- Basadas en arquitectura cliente/servidor.
- Los datos y el procesamiento están centralizados en el servidor (no requiere hardware adicional en las terminales).

- Compatible con todos los sistemas operativos.
- Las actualizaciones son inmediatas, ya que no requieren instalación.

1.6.1 Características de las aplicaciones Web.

En esta dimensión se incluyen los tres aspectos clásicos de la Web: Contenido, Presentación y Navegación.

La navegación permite a los usuarios adquirir toda la información que buscan y hace esta información más fácil de encontrar. La presentación y el contenido son dos componentes principales a la hora de realizar una página fácil de usar.

En el Contenido se incluyen no sólo datos como el texto, gráficos, imágenes, video clips, entre otros, sino también programas y aplicaciones que proporcionan funcionalidades como scripts, programas CGI, programas java y otros. El contenido también trata cuestiones de representación y estructura.

De forma general, se puede distinguir entre varias categorías para el contenido en la Web como estático, semiestático y dinámico. (Lilburne, y otros, 2004)

La navegación está relacionada con las facilidades de tener acceso a la información y de moverse por la Web.

La presentación está relacionada con el camino por el cual el contenido y la navegación se presentan al usuario.

En la actualidad la creación de proyectos Web ha tomado un gran auge, ya que muchas empresas solicitan la creación de un producto de este tipo para gestionar toda su información, es en este proceso donde la calidad Web se manifiesta con sus marcadas características y funciones.

1.6.2 Calidad Web.

Dentro del proceso de desarrollo del software tanto en los proyectos de software tradicionales como en los proyectos Web se evidencia el uso de la calidad como parámetro fundamental para lograr un producto con eficiencia. (Reifer, 2000)

En los últimos años, el desarrollo y uso de aplicaciones Web cada vez más complejas y sofisticadas ha experimentado un crecimiento vertiginoso. Sin embargo, esta complejidad en términos de estructura, funcionalidad, seguridad, y presentación, no parece estar acompañada de los mecanismos adecuados que garanticen la calidad de estos sistemas.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

En entornos Web se encuentran prácticamente los mismos problemas que se descubrieron en la crisis del software:

Los proyectos entregados no corresponden a las necesidades del negocio, son habituales los retrasos en la entrega, los proyectos exceden el presupuesto, en ocasiones las aplicaciones Web entregadas no proporcionan la funcionalidad requerida y tienen baja calidad.

Es inminente la necesidad de métricas que permitan establecer la calidad en este entorno, ya existen algunas propuestas para predecir y evaluar la calidad de Productos Web:

- WebQEM: Una metodología para la evaluación de la calidad de sitios Web. (Olsina, 1999).
- Proyecto WebTango, Métricas cuantitativas para la calidad de páginas Web. (Centradas en la usabilidad) (Ivory, 2001).
- Métricas Web y el Proyecto Tukutuku - Benchmarking de proyectos Web. (Mendes y otros., 2001).

La aplicación de las métricas Web va dirigida a un número de características que poseen dichos proyectos, las cuales a través de su correcta medición y evaluación dan como resultado un elevado nivel de calidad.

1.6.3 Características de la calidad Web.

Existen diferencias considerables entre los proyectos de software tradicionales y los proyectos Web y esto conlleva a las mismas diferencias en la evaluación y medición de las características de calidad para los proyectos Web. (Reifer, 2000)

En los proyectos de software tradicionales, el objetivo principal es construir software de calidad al mínimo coste, el proyecto tiene un tamaño medio o grande y el equipo suele estar formado por cientos de personas, los plazos de entrega son de un año o año y medio y el coste asciende a cifras de millones de dólares.

En los proyectos Web, el objetivo principal es sacar al mercado un software de calidad lo más rápido posible, el tamaño de estos proyectos suele ser pequeño y el equipo de trabajo está formado por unas treinta personas, los plazos de entrega oscilan entre los tres y seis meses y en cuanto al coste, se habla de miles y no millones, de dólares.

Los proyectos de software tradicionales utilizan métodos clásicos en el desarrollo, basados en requerimientos, casos de uso, métodos orientados a objetos, lenguajes de programación modernos como C++, C # y herramientas case.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Por el contrario, en los proyectos Web se utilizan métodos ágiles, prototipos, métodos basados en componentes, lenguajes de programación de cuarta y quinta generación como HTML y java. Aunque existe una tendencia actual a utilizar el muy eficiente PHP.

Todas estas diferencias obligan a una interpretación específica de la mayoría de las características de calidad en los proyectos Web, generándose nuevas subcaracterísticas que se detallan a continuación.

Además, la calidad de una aplicación Web podría ser medida de dos perspectivas: calidad percibida por los programadores y utilidad experimentada por los usuarios finales. Un sitio con miles de páginas estáticas mantenidas a mano, no tendrá la misma mantenibilidad que una aplicación que proporciona el mismo contenido a través de una base de datos y de páginas generadas. En un sistema tradicional, no basado en Web, aunque el factor de usabilidad sea pobre, el usuario seguirá usándolo y esperará a que la siguiente versión del software resuelva el problema. En un sistema basado en Web, si el factor de usabilidad no es adecuado, el usuario abandonará la aplicación y buscará cualquier otro. No hay ninguna segunda oportunidad para acertar en la usabilidad sobre una aplicación Web una vez que los usuarios lo encuentran inaceptable. (Lilburne, y otros, 2004)

Las aplicaciones Web tienen varias características que hacen a las métricas de calidad de software tradicionales, menos eficaces en la producción de medidas de calidad realistas.

Para ello el modelo Quint2 (Quality in Information Technology), desarrollado inicialmente en Van Zeist et al., 1996, es una ampliación de la norma 9126, un superconjunto del conjunto de características y subcaracterísticas de la ISO 9126. Quint2, (modelo extendido de la ISO de la calidad del software) amplía el estándar con nuevas características, apropiadas para productos Web: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, portabilidad y mantenibilidad, y proporciona métricas para medir la calidad. (Niessink, 2002)

A continuación se muestran las características de calidad para aplicaciones Web.

- Usabilidad: la capacidad del producto software de ser entendido, aprendido, utilizado y atractivo al usuario.
- Funcionalidad: capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfagan las necesidades especificadas e implícitas.
- Fiabilidad: capacidad del producto software para mantener un nivel especificado de rendimiento.
- Eficiencia: la capacidad del producto software para proporcionar el rendimiento apropiado, relativo a la cantidad de recursos utilizados.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

- **Mantenibilidad:** la capacidad del producto software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, en los requisitos o en las especificaciones funcionales.
- **Portabilidad:** capacidad que tiene el producto software de ser transferido de un ambiente a otro.

Para el proceso de selección de las características de calidad en el ámbito Web, se consideró que de las seis características prescriptas en el estándar ISO solamente cuatro de ellas resultaron de relevancia para el proceso de evaluación, tomando como base lo planteado en la Web-Site QEM. Las características de significativa importancia fueron usabilidad, funcionalidad, confiabilidad y eficiencia. Cada una de estas características, están compuestas por un subconjunto de subcaracterísticas que pueden ser medidas mediante métricas, por lo que se hace necesario en el marco Web la utilización de las métricas Web.

1.7 Métricas Web.

Las tecnologías y aplicaciones Web son cada vez más importantes en el mundo de los sistemas de información. Uno de los problemas principales de los desarrollos Web es el corto tiempo de su ciclo de vida y esto puede provocar una baja calidad en los mismos. Para evitar esta situación y poder controlar la calidad de una aplicación Web, lo más recomendable es el empleo de métricas.

Las métricas Web son un conjunto de métricas encargadas de expresar de una forma matemática-científica los aspectos más significativos relacionados con la aplicación Web.

Los primeros estudios sobre métricas Web tenían en cuenta aspectos como el tamaño de la Web, su conectividad, la visibilidad de las aplicaciones y la distribución de contenidos. Después se han ido teniendo en cuenta nuevos factores como el número de visitas, la forma de acceder a la aplicación y sobre todo, los aspectos relacionados con la usabilidad.

1.7.1 Tipos de métricas Web.

Inicialmente, se puede hacer una distinción entre métricas directas e indirectas, dependiendo de la relación entre el valor obtenido y el atributo medido. (Olsina, 1987)

En las métricas directas existe una correspondencia directa entre el atributo y el valor y en las métricas indirectas, el atributo debe ser medido por la combinación de otros atributos.

Se puede establecer otra tipología de métricas Web atendiendo al tipo de sub-entidad de la cual se mide el atributo, como elementos de página, páginas, sitio, enlaces, texto, imágenes, entre otros. (Olsina, 2002)

A modo de ejemplo se detallan algunas de estas métricas:

Métricas para enlaces: pretender medir su tamaño, formato, errores, entre otros.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Métricas para texto: pretenden medir su tamaño, formato, errores, accesibilidad.

Métricas para elementos de imagen: pretenden medir su tamaño, formato, tipos y otras medidas.

Métricas para páginas: pretenden medir el tamaño, formato, performance, errores, entre otros.

También se podrían categorizar las métricas según la forma de obtenerlas:

- Métricas automatizables, se obtienen con ayuda de una herramienta.
- Métricas semi-automatizables.
- Métricas manuales, basadas en la observación.

Y por último, otra clasificación encontrada en la literatura es la siguiente, que se basa en la distinción de métricas por características de calidad y alguna característica Web:

- Métricas de Usabilidad.
- Métricas de Fiabilidad.
- Métricas de fiabilidad – mantenibilidad.
- Métricas de fiabilidad – funcionalidad.
- Métricas de Eficiencia.
- Métricas para Contenido.
- Métricas de Portabilidad.
- Métricas de Mantenibilidad.
- Métricas para Navegación.
- Métricas de Presentación.

Son muchas las métricas Web encontradas, pero se detecta una carencia por la falta de directrices en su empleo.

Para la conformación de la propuesta del paquete de métricas que se dará en el capítulo 2 esta estará orientada hacia el grupo de características que se van a medir, por lo que se decidió que las métricas que conformaran dicho paquete son: métricas de usabilidad, de fiabilidad, de eficiencia, y de funcionalidad.

1.8 Conclusiones parciales.

En medio del vertiginoso desarrollo que vive la informática, es fundamental que tanto las empresas como los clientes se adapten a los nuevos retos, poniendo en práctica una serie de avances tecnológicos que ocurren sucesivamente. Adoptando así, una nueva visión de las tendencias tecnológicas que se manejan en la Industria del software.

El objetivo fundamental de esta nueva visión está centrado en la necesidad de realizar procesos y productos con los máximos niveles de calidad, para lograr satisfacer plenamente a los consumidores y usuarios de productos y servicios, lo cual repercute positivamente en el nivel de competitividad y de calidad que alcanza la empresa en el mercado.

Para darle cumplimiento a estos objetivos y tomando como base todo los conocimientos teóricos expresados anteriormente se hace necesario desarrollar un número de pasos, dentro de los que se encuentra la utilización de las métricas de calidad del software enfocadas a las aplicaciones Web.

Como se demostró en el estudio anterior existen un conjunto de métricas Web dirigidas a la calidad donde su aplicación es fundamental para lograr un producto Web con elevados niveles de eficiencia y competitividad ,es ahí donde se percibe la necesidad de desarrollar este trabajo, con el fin de seleccionar y aplicar un conjunto de estas métricas a los proyectos Web de la facultad con el objetivo de establecer un modelo de métricas que rijan el proceso de calidad en este tipo de proyectos, siempre teniendo en cuenta como parámetro fundamental que los objetivos a medir, y por consecuente el número de métricas depende siempre del entorno donde esté desarrollando el producto.

Es fundamental también mencionar y cumpliendo con una política de la Universidad que el modelo de calidad sobre el cual se basa y dirige el trabajo es CMMI (modelo de capacidad y madurez integrado) debido a las marcadas ventajas que este proporciona. Específicamente basándose en el área de proceso de medición y análisis donde se establece una relación directa con el uso de las métricas de software con el objetivo de lograr altos índices de calidad en el producto.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

2.1. Introducción.

En este capítulo se presenta la propuesta del paquete de métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web, lo cual constituye el objetivo fundamental de este trabajo.

En la primera parte del capítulo se realiza un análisis de los resultados que arrojaron las encuestas realizadas, lo cual proporciona una guía para evaluar el estado en que se encuentra la aplicación de las métricas en los proyectos Web y por ende brinda una base para realizar la selección, luego se evidencia el seguimiento de todos los pasos que el enfoque GQIM propone para llevar a cabo la selección del paquete, posteriormente se establecen los criterios que fueron utilizados para realizar la selección de las métricas, por cada una de ellas se describe lo que propone medir, el tipo de medición y método de aplicación.

2.2 Descripción de la Encuesta.

Para lograr una visión más clara respecto al uso de las métricas en los proyectos de la Facultad 15 se hizo necesario aplicar una encuesta en cada uno de ellos (Ver Anexo 1). Dicha encuesta permite conocer el nivel de importancia que se le otorga al uso de las métricas en la evaluación de las características de la calidad en los proyectos enfocados al desarrollo de aplicaciones Web en la Facultad 15.

Una vez realizada la encuesta fue necesario realizar una entrevista (Ver Anexo 2) a la jefa de funciones del laboratorio de Pruebas de la UCI siguiendo la misma tónica de las encuestas, con la intención de lograr una información más abarcadora respecto al uso de las métricas en la evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web a nivel UCI.

Las preguntas fueron diseñadas para conocer la importancia que le conceden los administradores de la calidad de cada uno de los proyectos a la evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web y conocer si estos aplican métricas para controlar la calidad del producto que se desarrolla.

Se utilizó una combinación de preguntas abiertas y cerradas, con el objetivo de que los encuestados contaran con una guía que les permitiera seguir la línea de la investigación; pero siempre se dejaron opciones para que pudieran expresar sus criterios.

2.2.1 Análisis de los resultados obtenidos en las encuestas.

En las encuestas y entrevistas realizadas por los autores en este año 2010, en total 5, dirigidas a proyectos que desarrollan aplicaciones Web en la Facultad 15 y al personal que de una forma u otra tiene relación con la calidad del software referida especialmente a las aplicaciones Web, se detectó que:

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

- ✓ A pesar de la existencia de directivas de calidad, donde se utilizan las revisiones, auditorías y pruebas para controlar la calidad de las aplicaciones Web y de la disponibilidad de recursos para llevarlas a cabo, no se elaboran y aprueban métricas como una alternativa para eliminar aún más los errores en los productos.
- ✓ Existe un desconocimiento de las métricas por parte del equipo de desarrollo de los proyectos.
- ✓ Se realizan pruebas al finalizar el producto, pero aun así no se registran datos sobre los defectos encontrados que permitan tener una medida cuantitativa de las características de la calidad.

Una vez procesada la encuesta se obtuvieron diversos resultados, en dependencia de la importancia que cada encuestado le concedió a la evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web.

Pregunta 1.

Todos los asesores de calidad de la Facultad 15 responden afirmativamente sobre la existencia de un equipo de calidad interna en el proyecto donde radican.

Pregunta 2.

Arrojó que para un total de 5 proyectos encaminados al desarrollo de aplicaciones Web solo uno de ellos aplica las métricas para evaluar las características de la calidad, además de utilizar otros mecanismos de control de la calidad. Los 4 proyectos restantes centran su evaluación en el desarrollo de pruebas y otros mecanismos que radican en listas de chequeo, revisiones y auditorías. La figura 2.1 demuestra la distribución.

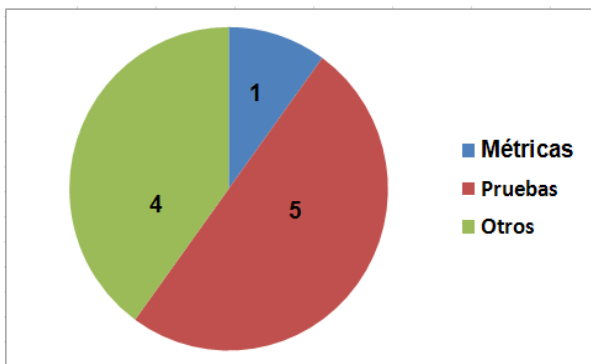


Figura 4: Uso de mecanismos de control de la calidad.

Pregunta 3.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Todos los administradores de la calidad encuestados concuerdan acerca de los problemas que puede ocasionar la no utilización de algún mecanismo de control de la calidad, refiriéndose especialmente a aspectos como la insatisfacción del cliente y atraso en el cronograma previsto, aspectos que tributan a la no aceptación del producto por el cliente una vez terminado el mismo.

Pregunta 4.

En cuanto al conocimiento de las características de la calidad en las aplicaciones Web la respuesta fue afirmativa por parte de todos los administradores de la calidad, pero las respuestas variaron a la hora de definir cuáles eran las características de la calidad para las aplicaciones Web.

Pregunta 5.

Proporcionó como resultado que para un total de 5 proyectos solo en 3 de ellos se tiene conocimiento de las métricas que se utilizan para la evaluación de las características de calidad en las aplicaciones Web. La figura 2.2 demuestra la distribución.

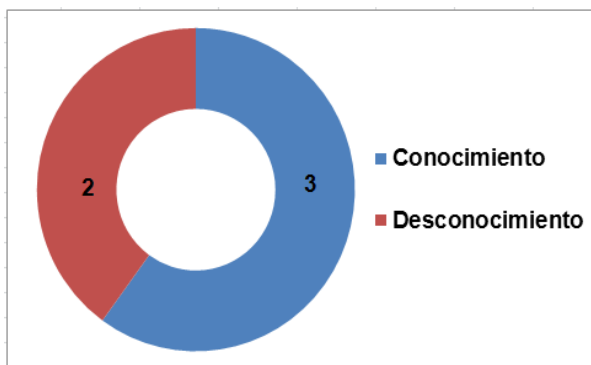


Figura 5: Conocimiento de las métricas para evaluar las características de la calidad.

Pregunta 6.

A pesar de que existe conocimiento de las métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web por parte de los administradores de la calidad, solo un proyecto aplica estas métricas. La figura 2.3 demuestra la distribución.

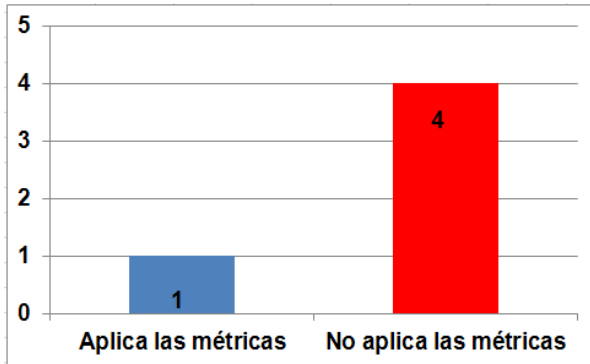


Figura 6: Cantidad de proyectos que aplican las métricas.

Pregunta 7.

Demostró que solo 2 proyectos tienen definido un modelo o conjunto de métricas para la evaluación de las características de la calidad. La figura 2.4 demuestra la distribución.

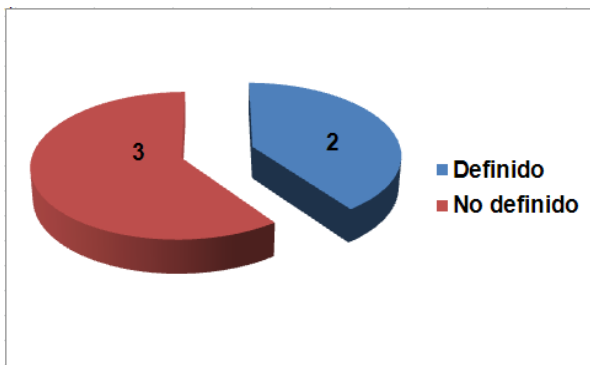


Figura 7: Proyectos que tienen definido un modelo o conjunto de métricas.

Pregunta 8.

Todos los encuestados definieron a su juicio la importancia de tener definido un modelo o conjunto de métricas para la evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web, basándose esencialmente en que estos proporcionan una medida cuantitativa y expresan un criterio en base a lo que se está desarrollando, pues de esta forma se obtendría un producto efectivo y seguro que cumpla con las expectativas del cliente, pero que sobre todo garantice el costo y el tiempo de producción de las aplicaciones.

En la entrevista realizada a Yeniset León Perdomo, jefa de funciones del Laboratorio de prueba de la UCI, la compañera explica que la situación actual con respecto a la calidad de las aplicaciones Web en la universidad, es muy variante, pues no todas llegan a la etapa de prueba con un nivel de calidad

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

satisfactorio. Esto es consecuencia directa del nivel de control de la calidad que se lleve a cabo en cada uno de los proyectos, por su grupo interno de calidad.

Respecto al tema de las métricas, afirma que las métricas existen y están estandarizadas internacionalmente pero no es una vía utilizada por ellos para evaluar la calidad del producto, su mecanismo de control de la calidad son las listas de chequeo y casos de prueba.

La opinión de Yeniset León Perdomo demuestra los grandes problemas que existen a nivel de universidad con respecto a la calidad de software, específicamente en la calidad de las aplicaciones Web, arista de vital importancia para lograr un reconocimiento internacional dentro del mundo de la Informática. La no utilización de las métricas es un aspecto negativo que se debe señalar, ello está ocasionado por el poco conocimiento que se posee respecto al tema, así como por su poco estudio y explotación, sin dejar de mencionar que es un mecanismo con alto nivel de dificultad para su aplicación.

2.3 Objetivos de la propuesta de solución.

El objetivo de la propuesta es proporcionar una guía de métricas orientadas a cada una de las características de la calidad que se ponen de manifiesto en el entorno de las aplicaciones Web, especialmente para las características que fueron seleccionadas en el capítulo 1, debido a su alto nivel de importancia.

Como se pudo comprobar en el epígrafe anterior el uso de las métricas es de gran relevancia para hacer posible el logro de mayores índices de calidad y por ende de aceptación del producto de software. En las aplicaciones Web se hace muy difícil la aplicación de las métricas de software tradicionales por parte del personal con experiencia en esta área de trabajo, si se le suma a esto que el personal de calidad de los proyectos Web de la facultad que fueron encuestados manifestaron un gran desconocimiento en esta esfera, se puede arribar a conclusiones de cuán necesario es el estudio de este campo, es para ello que se propone realizar la propuesta de un paquete de métricas específicas para el ambiente Web, métricas con un mayor nivel de entendibilidad y facilidad para su aplicación por parte del equipo de calidad.

2.4 Paquete de Métricas.

El paquete de métricas que se propone está compuesto por métricas que están dirigidas a evaluar las características de Usabilidad, Funcionalidad, Eficiencia y Fiabilidad ya que estas son las características de la calidad que se manifiestan en mayor grado en el área Web, estas forman una fuerte unión junto a los 3 aspectos que conforman a las aplicaciones Web, estos aspectos son el contenido, la presentación y la navegación.

2.4.1 Criterios utilizados para realizar la selección.

Para realizar la selección del conjunto de métricas que conformarán la propuesta se siguieron una serie de pasos que se describen a continuación:

1er Paso: Seleccionar las características a evaluar.

- Las características escogidas fueron Usabilidad, Funcionalidad, Fiabilidad y Eficiencia ya que son los aspectos que más se manifiestan en las aplicaciones Web y sobre el cual existe la mayor parte de las métricas Web.
- Las características de portabilidad y mantenibilidad no fueron seleccionadas para formar parte de la investigación debido a la poca relevancia que tienen con respecto a las demás características y sobre todo por no encontrarse las suficientes métricas establecidas sobre estos aspectos que permitan realizar una buena medición.

2do Paso: Seleccionar las subcaracterísticas de las características seleccionadas.

- Las subcaracterísticas Esquema de organización global, Mecanismos de ayuda y retroalimentación, Densidad, Capacidad para ser operado y Facilidad en uso, fueron las seleccionadas de la característica de Usabilidad.
- Las subcaracterísticas Legibilidad de la propiedad imagen, Accesibilidad a la información, Perfomancia (rendimiento) y Comportamiento temporal, fueron las seleccionadas de la característica de Eficiencia.
- Las subcaracterísticas Errores de enlace, Tolerancia a fallos y Madurez, fueron las seleccionadas de la característica de Fiabilidad.
- Las subcaracterísticas Aspectos de navegación, Búsqueda restringida, Orientación y Recuperabilidad, fueron las seleccionadas de la característica de Funcionalidad.

3er Paso: Seleccionar las métricas de las subcaracterísticas seleccionadas.

- Se escogió un total de 23 métricas que representan la gran parte de las subcaracterísticas mencionadas, estas métricas fueron las menos complejas, donde el significado de las variables contenidas en la fórmula de medición fueran las más claras para el evaluador, para así agilizar y hacer menos engorroso el proceso de evaluación de la aplicación Web.

2.4.2 Presentación y aplicación del enfoque GQIM al paquete de métricas.

Es importante mencionar antes de comenzar el desarrollo del epígrafe que el enfoque GQIM se basa en 10 pasos los cuales fueron explicados a gran profundidad en el capítulo 1, estos pasos en general se resumen en 4 aspectos fundamentales que son los que le dan nombre al enfoque, realizando una descomposición del mismo se obtiene el siguiente resultado:

G (Goal)- Meta.

Q (Questions)- Preguntas.

I (Indicators)- Indicadores.

M (Metrics)- Métricas.

El enfoque GQIM está orientado a la determinación y cumplimiento de un objetivo del negocio, para realizar una correcta aplicación de este, se debe seguir el siguiente modelo:



Figura 8: Modelo GQIM.

En este caso, el objetivo del negocio será un objetivo general que toda aplicación Web debe cumplir, debido a que el paquete de métricas está orientado para su aplicación en cualquier tipo de ambiente Web y no a un caso en particular, esto va desde una aplicación de tipo de aprendizaje hasta una aplicación para negocio. El proceso se realiza analizando característica por característica para garantizar una mayor organización y uniformidad en el trabajo.

Después de esta necesaria explicación se da paso a la aplicación del proceso GQIM a la propuesta del paquete de métricas.

2.4.2.1 Aplicando GQIM a la característica de Usabilidad.

Paso 1: Establecer Metas.

Con el objetivo de definir un conjunto de métricas que permitan evaluar la característica de usabilidad se definió la siguiente meta:

- 1- Evaluar la capacidad de operabilidad que presenta el producto.

Paso 2: Generación de Preguntas.

Con el objetivo de refinar la meta número 1, se definió el siguiente grupo de preguntas:

- 1- ¿Es fácil de operar y controlar?
- 2- ¿Presenta una estructura o arquitectura global?
- 3- ¿Contiene sistema de ayuda al usuario?

Paso 3: Determinación de los Indicadores.

Con el objetivo de responder cada una de las preguntas generadas se determinaron los siguientes indicadores:

- 1- Mapa de la aplicación.
- 2- Tabla de contenido.
- 3- Facilidad FAQ.
- 4- Nivel de densidad.
- 5- Nivel de demanda de la aplicación.
- 6- Nivel de asiduidad de la demanda.
- 7- Nivel de actividad de los usuarios de la aplicación.
- 8- Indicaciones del diseño.

8.1- Ayuda y documentos en línea.

8.2- Teclas de función preasignadas.

8.3- Utilización de indicadores que ayuden al usuario a localizar un elemento utilizando zonas destacadas, subrayados y coloreados.

8.4- El menor número de pantallas posibles para implementar la funcionalidad.

8.5- Soporte bilingüe.

Paso 4: Presentación de las Métricas.

Cada una de las métricas que se presentan a continuación representan, por su mismo orden a los indicadores antes mencionados:

1ra Métrica.

Descripción: La métrica mapa de la aplicación es una representación con componentes gráficos, que muestra la estructura o arquitectura global (a menudo jerárquica) de la aplicación Web como un todo. (Rosenfeld, y otros, 1998)

Tipo de Criterio Elemental: Es un criterio binario, discreto y absoluto: Sólo se pregunta si está disponible (1) o si no está disponible (0).Manual Observacional.

2da Métrica.

Descripción: La métrica tabla de contenido es un mecanismo que permite estructurar el contenido de toda la aplicación Web, permitiendo navegación directa. Está principalmente disponible en la página principal y resalta (parcialmente) la estructura jerárquica de la información de manera que los usuarios se familiaricen rápidamente de cómo el contenido está organizado en sub aplicaciones permitiendo además navegación directa a partir de sus elementos enlazados. (Rosenfeld, y otros, 1998)

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Tipo de Criterio Elemental: Es un criterio binario, discreto y absoluto: sólo se pregunta si está disponible (1) o si no está disponible (0). Manual, Observacional.

3ra Métrica.

Descripción: La métrica facilidad FAQ es un atributo que representa a un conjunto de preguntas (agrupadas y enlazadas) que se realizan con mayor frecuencia y que están ya publicadas en la aplicación con sus respectivas respuestas. A su vez, las respuestas pueden estar enlazadas a otros contenidos. Esto favorece al mecanismo de aprendizaje y/o ayuda, evitando potencialmente la demora cognitiva de los visitantes.

Tipo de Criterio Elemental: Es un criterio multi-nivel, discreto y absoluto, definido como subconjunto; en donde sí se evalúa la disponibilidad y tipo de mecanismo, entonces: 0 = no disponible, 1 = FAQ básico que permite acceder a las respuestas generalmente no enlazadas a otros contenidos; 2 = 1 + el acceso a las respuestas generalmente enlazadas a otros contenidos. Manual, Observacional.

4ta Métrica.

Descripción: La métrica nivel de densidad permite caracterizar a una red en función de las relaciones que mantienen sus páginas entre sí (sin considerar la dirección de la relación). Cuanto más corta es la distancia de los path (caminos), es decir, cuanto más cohesionado sea una aplicación mayor cantidad de links posee y por tanto mayor es su densidad. (Petricek, y otros, 2006)

Denominación: ND.

Interpretación: $0 \leq ND \leq 1$, cuanto más próximo es el valor a 1 significa que mayor es la cohesión de la aplicación.

Método de cálculo (fórmula):

$$ND = \frac{Tlink}{T(t)link}$$

Tlink = número total de enlaces de la aplicación.

T(t)link = número total de enlaces posibles teóricamente en la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: proporción de enlaces sobre el total teórico.

Tabla 1: Escala de evaluación del resultado de la Métrica Nivel de Densidad.

Nivel de Densidad	Valores	Evaluación
$0 \leq ND \leq 1$ Valor Ideal 0.75	$0 \leq ND \leq 0.5$	Mal

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

	$0.5 \leq ND \leq 0.75$	Regular
	$0.75 \leq ND \leq 1$	Bien

5ta Métrica.

Descripción: La métrica nivel de demanda de la aplicación se mide a través del número de visitas recibidas por la aplicación en un cierto período de tiempo descontando las visitas provenientes de agentes automáticos (crawlers y arañas). La visita puede ser definida como el conjunto de secuencias de vistas de página, click-stream, requeridas a una aplicación en particular durante una sesión de usuario (Lavoie, y otros, 1999). Se considera que una sesión ha concluido cuando se produce un período de inactividad superior a 30 min y no existe una sucesión lógica de las páginas visitadas cuando se supera ese período de inactividad.

Denominación: NDemA.

Interpretación: cuanto > es el número de visitas > es la demanda.

Método de cálculo (fórmula):

$$NDemA = Vt$$

Vt = Total de Visitas para el período (t).

Escala: cocientes.

Unidad: número de visitas.

6ta Métrica.

Descripción: La métrica nivel de asiduidad de la demanda constituye el número promedio de visitas a la aplicación por visitante único para un cierto período de tiempo descontando las visitas provenientes de robots, crawlers y arañas. El usuario único se define por la identidad del equipo+browser+cookie y no como un individuo real.

Denominación: NAsiDem.

Interpretación: cuanto > es el valor > asidua es la demanda.

Método de cálculo (fórmula):

$$NAsiDem = \frac{Vt}{\text{Visitantes}}$$

Vt = Total de Visitas para el período (t).

Visitantes = total de visitantes únicos, entendido como la combinación de parámetros (ej.: equipo+browser+cookie) para el período (t).

Escala: cocientes.

Unidad: número promedio de visitas por visitantes.

7ma Métrica.

Descripción: La métrica nivel de actividad de los usuarios de la aplicación se mide a través del promedio de vistas de página por visita calculado a partir de la suma de vistas de páginas o clic-stream sobre el número total de visitas en un cierto período de tiempo. Se asume que se han filtrado los requerimientos realizados por robots y arañas.

Denominación: NActUA.

Interpretación: cuanto > es el valor > es el requerimiento que realizan los usuarios de las páginas de la aplicación.

Método de cálculo (fórmula):

$$NActUA = \frac{\sum_{i=1}^n VsPg(i)}{Vt}$$

VsPg = número de vistas de páginas en la visita (i).

Vt = Total de Visitas para el período (t).

Escala: cocientes.

Unidad: número de vistas por página.

8va Métrica.

Descripción: La métrica indicaciones del diseño está compuesta por los 5 indicadores siguientes:

- 1- Ayuda y documentos en línea.
- 2- Teclas de función preasignadas.
- 3- Utilización de indicadores que ayuden al usuario a localizar un elemento utilizando zonas destacadas, subrayados y coloreados.
- 4- El menor número de pantallas posible para implementar la funcionalidad.
- 5- Soporte bilingüe.

Cada uno de los indicadores que conforman la métrica, deben estar presente en la aplicación.

Denominación: ID.

Tipo de criterio elemental: cada indicador tendrá 2 valores posibles para poder ser medido, 0 si no está presente y 1 si lo está. Realizando una sumatoria de los resultados se obtendrá un valor el cual será interpretado a través de la escala de evolución para dicha métrica.

Interpretación: cuanto mayor sea el número de indicadores que estén presentes, existe un mejor diseño.

El valor ideal es 5.

Tabla 2: Escala de evaluación del resultado de la Métrica Indicaciones del Diseño.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Indicaciones del Diseño	Indicadores Presentes	Evaluación
$0 \leq ID \leq 5$	0 1	Mal
Valor Ideal 5	2 3	Regular
	4 5	Bien

2.4.2.2 Aplicando GQIM a la característica de Eficiencia.

Paso 1: Establecer Metas.

Con el objetivo de definir un conjunto de métricas que permitan evaluar la característica de eficiencia se definió la siguiente meta:

- 1- Evaluar la capacidad que presenta el producto de proporcionar un rendimiento adecuado de acuerdo al uso de los recursos.

Paso 2: Generación de Preguntas.

Con el objetivo de refinar la meta número 1, se definió el siguiente grupo de preguntas:

- 1- ¿Se realizan las funciones en un tiempo apropiado?
- 2- ¿Se posee un satisfactorio sistema de accesibilidad a la información?
- 3- ¿Es posible conocer en alguna medida el uso de los recursos?

Paso 3: Determinación de los Indicadores.

Con el objetivo de responder cada una de las preguntas generadas se determinaron los siguientes indicadores:

- 1- Porcentaje presencia ALT.
- 2- Porcentaje de redundancia de imágenes.
- 3- Porcentaje de énfasis en las páginas.
- 4- Soporte a versión solo texto.
- 5- Orientación a la aplicación.
- 6- Tiempo de respuesta global.
- 7- Duración de la actividad.

Paso 4: Presentación de las Métricas.

Cada una de las métricas que se presentan a continuación representan, por su mismo orden a los indicadores antes mencionados:

1ra Métrica.

Descripción: La métrica imagen con título se mide a través de la división de la cantidad de imágenes con ALT (título) entre la cantidad total de imágenes que presenta la aplicación por 100.

Denominación: PorcentajePresenciaALT.

Método de cálculo (fórmula):

$$\text{PorcentajePresenciaALT} = \frac{\text{CantidadImágenesALT}}{\text{CantidadTotalImágenes}} * 100$$

2da Métrica.

Descripción: La métrica porcentaje de redundancia de imágenes está ligada a la repetición de imágenes lo que equivale a redundancia de información visual.

Denominación: PRI.

Método de cálculo (fórmula):

$$\text{PRI} = 100 * \left(1 - \frac{\text{CantidadImágenesDisíntas}}{\text{CantidadTotalImágenes}}\right)$$

3ra Métrica.

Descripción: La métrica porcentaje de énfasis en las páginas está dado por la cantidad de palabras en negrita, itálica y mayúscula, dividido entre la cantidad de palabras de la aplicación * 100).

Denominación: PEP.

Método de cálculo (fórmula):

$$\text{PEP} = \frac{(\text{CantPalNegr} + \text{CantPalIta} + \text{CantPalMay})}{\text{CantidadPalabrasAplica}} * 100$$

4ta Métrica.

Descripción: La métrica soporte a versión solo texto representa la accesibilidad a la información que está en las páginas, principalmente para las personas con discapacidad visual o cuando la velocidad es un problema (Nielsen, 1999). Es de relevancia que la aplicación entera sea editada en una versión sólo texto; sin embargo, a veces, una disponibilidad parcial también puede ser deseable.

Tipo de Criterio Elemental: es un criterio multi-nivel, discreto y absoluto en donde: 0= no disponible; 1 = disponible parcialmente; 2 = disponible totalmente. Manual, Observacional.

5ta Métrica.

Descripción: La métrica orientación a la aplicación no es más que el número de enlaces a documentos no-html sobre el total de enlaces de la aplicación. Se consideran: enlaces no-html aquellos que permiten acceder a material de Video (swf, mpg, avi, mov, qt), Audio (mp3, mid, wav, ram), software (deb, exe, rpm, iso), comprimidos (gz, tar, rar, zip) y documentos (pdf, doc, ps, txt).

Denominación: OA.

Interpretación: $0 \leq OA \leq 1$, cuanto más próxima a 1 la aplicación está más orientado a documentos no-html que dificultan la visibilidad del portal.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Método de cálculo (fórmula):

$$OA = \frac{N_Hlink}{Tlink}$$

N_Hlink = número de enlaces no-html de la aplicación.

Tlink = número total de enlaces de la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: proporción de los enlaces que llevan a documentos que no son visibles para los robots de búsqueda.

Tabla 3: Escala de evaluación del resultado de la Métrica Orientación a la Aplicación.

Orientación a la Aplicación	Valores	Evaluación
0 ≤ OA ≤ 1 Valor Ideal 0	0 ≤ OA ≤ 0.25	Bien
	0.25 ≤ OA ≤ 0.50	Regular
	0.50 ≤ OA ≤ 1	Mal

6ta Métrica.

Descripción: La métrica tiempo de respuesta global no es más que el número de páginas accedidas en tiempo igual o menor al parámetro sobre el total de páginas. El tiempo de descarga de las páginas es obtenido por un robot de testeo. En la medida que una aplicación responda en un tiempo acorde a los niveles de conectividad de los usuarios aumenta la facilidad de uso (usabilidad) y las posibilidades de ser usado (uso). Se busca tener una medida de funcionamiento relacionada con la tecnología del usuario.

Denominación: TRG.

Interpretación: $0 \leq TRG \leq 1$, cuanto más próximo es el valor a 1 significa que mayor es la proporción de páginas que responden al estándar mínimo.

Método de cálculo (fórmula):

$$TRG = \frac{PgTe}{TPg}$$

PgTe = número de páginas descargadas en tiempo estándar.

TPg = número total de páginas de la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: proporción de páginas que tienen un tiempo de respuesta aceptable.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Tabla 4: Escala de evaluación del resultado de la Métrica Tiempo de Respuesta Global.

Tiempo de Respuesta Global	Valores	Evaluación
$0 \leq TRG \leq 1$	$0 \leq TRG \leq 0.5$	Proporción baja
Valor Ideal 1	$0.5 \leq TRG \leq 0.75$	Proporción media
	$0.75 \leq TRG \leq 1$	Proporción alta

7ma Métrica.

Descripción: La métrica duración de la actividad se mide a través del promedio de duración de las visitas calculado a partir de la suma de la duración de las vistas de páginas individuales sobre el número total de visitas en un cierto período de tiempo. Se asume que se han filtrado los requerimientos realizados por robots y arañas.

Denominación: DAct.

Interpretación: cuanto > es el valor > es el requerimiento que realizan los usuarios de las páginas de la aplicación.

Método de cálculo (fórmula):

$$DAct = \frac{\sum_{i=1}^n DVt(i)}{Vt}$$

DVt = suma de los tiempos de duración de las vistas de páginas en la visita (i).

Vt = Total de Visitas para el período (t).

Escala: intervalo.

Unidad: número de minutos que dura la visita promedio.

2.4.2.3 Aplicando GQIM a la característica de Fiabilidad.

Paso 1: Establecer Metas.

Con el objetivo de definir un conjunto de métricas que permitan evaluar la característica de fiabilidad se definió la siguiente meta:

- 1- Evaluar la capacidad que presenta el sistema de mantener en cierto tiempo un rendimiento adecuado.

Paso 2: Generación de Preguntas.

Con el objetivo de refinar la meta número 1, se definió el siguiente grupo de preguntas:

- 1- ¿Se mantiene operable el sistema?

- 2- ¿En qué medida se pueden conocer los defectos?
- 3- ¿Presenta el sistema una tecnología compleja?

Paso 3: Determinación de los Indicadores.

Con el objetivo de responder cada una de las preguntas generadas se determinaron los siguientes indicadores:

- 1- Porcentaje de enlaces rotos.
- 2- Eficacia en la eliminación de defectos.
- 3- Complejidad de la tecnología.

Paso 4: Presentación de las Métricas.

Cada una de las métricas que se presentan a continuación representan, por su mismo orden a los indicadores antes mencionados:

1ra Métrica.

Descripción: La métrica porcentaje de enlaces rotos se enmarca en detectar todos los enlaces internos y externos dividiéndolo entre la cantidad total de enlaces de la aplicación y luego multiplicarlo por 100.

Denominación: PER.

Método de cálculo (fórmula):

$$PER = \frac{(\text{Cantidad Enlaces Rotos Internos} + \text{Cantidad Enlaces Rotos Externos})}{\text{Cantidad Total Enlaces}} * 100$$

2da Métrica.

Descripción: La métrica eficacia en la eliminación de defectos es una métrica de la calidad que proporciona beneficios tanto a nivel del proyecto como del proceso. Radica en la habilidad de filtrar las actividades de la garantía de calidad cuando se considera como un proyecto.

Denominación: EED.

Método de cálculo (fórmula):

$$EED = E / (E + D)$$

Donde E es el número de errores encontrados antes de la entrega del software al usuario final y D el número de defectos encontrados después de la entrega. El valor ideal de EED es 1 que simboliza que no se han encontrado defectos en el software. De forma realista, D será mayor que 0, pero el valor de EED todavía se puede aproximar a 1.

Cuando E aumenta (para un valor de D dado), el valor total de EED empieza a aproximarse a 1. De hecho, a medida que E aumenta, es probable que el valor final de D disminuya (los errores se filtran antes

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

de que se conviertan en defectos). Si se utilizan como una métrica que proporciona un indicador de la habilidad de filtrar las actividades de la garantía de la calidad y del control, EED anima a que el equipo del proyecto instituya técnicas para encontrar todos los errores posibles antes de su entrega.

Tabla 5: Escala de evaluación del resultado de la Métrica Eficacia en la Eliminación de Defectos.

Eficacia en la Eliminación de Defectos $0 \leq EED \leq 1$ Valor Ideal 0.75	Valores	Evaluación
	$0 \leq EED \leq 0.5$	Mal
	$0.5 \leq EED \leq 0.75$	Regular
	$0.75 \leq EED \leq 1$	Bien

3ra Métrica.

Descripción: La métrica complejidad de la tecnología se refiere al número de páginas dinámicas sobre el total de páginas de la aplicación. Se entiende por páginas dinámicas a aquellas que tienen la extensión php, jsp, asp, shtml y otras que correspondan a tecnologías equivalentes.

Denominación: CTec.

Interpretación: $0 \leq CTec \leq 1$, cuanto más próxima a 1 la aplicación es más compleja.

Método de cálculo (fórmula):

$$CTec = \frac{PgD}{TPg}$$

PgD = número de páginas dinámicas.

TPg = número total de páginas de la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: proporción de páginas que utiliza una tecnología compleja.

Tabla 6: Escala de evaluación de los resultados de la Métrica Complejidad de la Tecnología.

Complejidad de la Tecnología $0 \leq CTec \leq 1$ Valor Ideal 0.75	Valores	Evaluación
	$0 \leq CTec \leq 0.5$	Complejidad baja
	$0.5 \leq CTec \leq 0.75$	Complejidad media
	$0.75 \leq CTec \leq 1$	Complejidad alta

2.4.2.4 Aplicando GQIM a la característica de Funcionalidad.

Paso 1: Establecer Metas.

Con el objetivo de definir un conjunto de métricas que nos permitan evaluar la característica de funcionalidad se definió la siguiente meta:

- 1- Evaluar la capacidad que presenta el producto en cuanto a la satisfacción de las funciones y requisitos establecidos.

Paso 2: Generación de Preguntas.

Con el objetivo de refinar la meta número 1, se definió el siguiente grupo de preguntas:

- 1- ¿Se puede controlar la pérdida o filtración de la información?
- 2- ¿Se tiene definido un sistema de búsqueda?
- 3- ¿Se tiene definido un sistema de navegación?

Paso 3: Determinación de los Indicadores.

Con el objetivo de responder cada una de las preguntas generadas se determinaron los siguientes indicadores:

- 1- Integridad.
- 2- Búsqueda.
- 3- Indicador del camino.
- 4- Tamaño de página.
- 5- Factor de descarga.

Paso 4: Presentación de las Métricas.

Cada una de las métricas que se presentan a continuación representan, por su mismo orden a los indicadores antes mencionados:

1ra Métrica.

Descripción: La métrica integridad radica en la capacidad para resistir ataques, provocados o no, contra su seguridad, ya sea sobre programas, datos y documentos.

Denominación: Integridad.

Método de cálculo (fórmula):

$$\text{Integridad} = (\text{amenaza} * (1 - \text{seguridad}))$$

Amenaza: es la probabilidad de que un cierto tipo de ataque ocurra en un tiempo dado.

Seguridad: es la probabilidad de que se pueda contrarrestar un cierto tipo de ataque.

Tabla 7: Escala de evaluación de los resultados de la Métrica Integridad.

Capítulo 2: Propuesta de Solución.

Integridad	Valores	Evaluación
$0 \leq \text{Integridad} \leq 1$ Valor Ideal 0	$0 \leq \text{Integridad} \leq 0.15$	Integridad alta
	$0.15 \leq \text{Integridad} \leq 0.40$	Integridad media
	$0.40 \leq \text{Integridad} \leq 1$	Integridad baja

2da Métrica.

Descripción: La métrica búsqueda está dada porque en algunas ocasiones tiene sentido brindar al usuario la facilidad de búsqueda restringida a una sub aplicación o parte de una aplicación, debido a que el mismo es altamente cohesivo o distintivo del resto de la información de la aplicación Web global.

Tipo de Criterio Elemental: es un criterio multi-nivel, discreto y absoluto, definido como subconjunto. Podemos decir que: 0 = no disponible mecanismos de búsqueda restringida; 1 = búsqueda básica: mecanismo de búsqueda por nombre/apellido; 2 = 1 + búsqueda extendida o avanzada: mecanismo de búsqueda (con filtros) por unidad académica y/o disciplina o materia, y/o TE, entre otras. Manual Observacional.

3ra Métrica.

Descripción: La métrica indicador del camino está dada porque los usuarios de la Web, al navegar, deben tener pistas visuales (con elementos de diseño consistentes), que les indique con precisión en dónde se encuentran posicionados dentro de la estructura del espacio de información de la aplicación. Este atributo trata con la orientación del usuario en tanto navega el espacio de información de una aplicación Web. Cada página de la aplicación debe contener el indicador del camino.

Tipo de Criterio Elemental: es un criterio multi-nivel, discreto y absoluto, en donde sí se observa la presencia del camino (en las páginas del sitio), ya sea en modo gráfico o en modo textual, entonces:

0 = no disponible, 1 = parcialmente disponible (sugerido por controles sombreados o texto), 2 = totalmente disponible. Manual, Observacional.

4ta Métrica.

Descripción: La métrica tamaño de página se obtiene por la suma de los tamaños individuales de las páginas sobre el número de páginas que lo componen. El tamaño de las páginas se mide en KB.

Denominación: TP.

Interpretación: cuanto > es el valor < es el factor de recuperación.

Método de cálculo (fórmula):

$$TP = \frac{\sum_{i=1}^n Tm(i)}{TPg}$$

$Tm(i)$ = Tamaño página (i).

TPg = número total de páginas de la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: KB por página.

5ta Métrica.

Descripción: La métrica factor de descarga se asocia al número de páginas con status equivalentes de descarga correcta sobre el total de páginas de la aplicación. Para esto se utilizan como datos los códigos de estado devueltos cuando el robot hace la petición HTTP al servidor.

Denominación: FD.

Interpretación: $0 \leq FD \leq 1$, cuanto más próximo es el valor a 1 la aplicación tiene un mayor nivel de integridad en su funcionamiento.

Método de cálculo (fórmula):

$$FD = \frac{PgOK}{TPg}$$

PgOK = número de páginas descargadas correctamente.

TPg = número total de páginas de la aplicación.

Escala: cocientes.

Unidad: proporción de páginas que tienen un funcionamiento correcto.

Tabla 8: Escala de evaluación de los resultados de la Métrica Factor de Descarga.

Factor de Descarga	Valores	Evaluación
$0 \leq FD \leq 1$ Valor Ideal 0.75	$0 \leq FD \leq 0.5$	Funcionamiento bajo
	$0.5 \leq FD \leq 0.75$	Funcionamiento medio
	$0.75 \leq FD \leq 1$	Funcionamiento alto

2.4.3 Estructura del Árbol de requerimientos.

En la siguiente figura se muestra cómo quedó el árbol de requerimientos conformado por las características, subcaracterísticas y sus indicadores o atributos.

1. Usabilidad.
 - 1.1 Esquema de organización global.
 - 1.1.1 Mapa de la aplicación.
 - 1.1.2 Tabla de Contenido
 - 1.2 Mecanismos de ayuda y retroalimentación.
 - 1.2.1 Facilidad FAQ.
 - 1.3 Densidad.
 - 1.3.1 Nivel de densidad.
 - 1.4 Capacidad para ser operado.
 - 1.4.1 Nivel de demanda de la aplicación.
 - 1.4.2 Nivel de asiduidad de la demanda.
 - 1.4.3 Nivel de actividad de los usuarios de la aplicación.
 - 1.5 Facilidad en uso.
 - 1.5.1 Ayuda y documentos en línea.
 - 1.5.2 Teclas de función preasignadas.
 - 1.5.3 Utilización de indicadores que ayuden al usuario a localizar un elemento utilizando zonas destacadas, subrayados y coloreados.
 - 1.5.4 El menor número de pantallas posible para implementar la funcionalidad.
 - 1.5.5 Soporte bilingüe.
3. Fiabilidad
 - 3.1 Errores de enlace.
 - 3.1.1 Porcentaje de enlaces rotos.
 - 3.2 Tolerancia a fallos.
 - 3.2.1 Eficacia en la eliminación de defectos.
 - 3.3 Madurez.
 - 3.3.1 Complejidad de la tecnología.
2. Eficiencia
 - 2.1 Legibilidad de la propiedad imagen.
 - 2.1.1 Porcentaje de Presencia ALT
 - 2.1.2 Porcentaje de redundancia de imágenes.
 - 2.1.3 Porcentaje de énfasis en las páginas.
 - 2.2 Accesibilidad a la información.
 - 2.2.1 Soporte aversión solo texto.
 - 2.2.2 Orientación a la aplicación.
 - 2.3 Pertomancia.
 - 2.3.1 Tiempo de respuesta global.
 - 2.4 Comportamiento temporal
 - 2.4.1 Duración de la actividad.
4. Funcionalidad
 - 4.1 Aspectos de navegación.
 - 4.1.1 Integridad.
 - 4.2 Búsqueda restringida.
 - 4.2.1 Búsqueda.
 - 4.3 Orientación.
 - 4.3.1 Indicador del camino.
 - 4.4 Recuperabilidad.
 - 4.4.1 Tamaño de página.
 - 4.4.2 Factor de descarga.

Figura 9: Árbol de requerimientos.

2.5 Conclusiones Parciales.

Con la aplicación de la encuesta sobre el uso de las métricas Web, a cada uno de los administradores de la calidad de los proyectos que en la facultad desarrollan una aplicación Web, se logró conocer que existe un bajo índice en la utilización de las métricas en los proyectos debido al desconocimiento de las mismas.

Posteriormente se realizó la presentación del paquete de métricas utilizando el enfoque GQIM, en el que se hizo una breve descripción de la actividad o característica que se pretende medir y se mostró la fórmula con la explicación de cada una de las variables que la componen, conformando así el paquete de métricas más acertado y fiable para las aplicaciones Web de la facultad.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

3.1. Introducción.

En este capítulo se desarrolla la evaluación técnica de la propuesta descrita en el capítulo anterior. En la primera parte del capítulo se presenta una breve explicación sobre el método de validación de la propuesta de solución, el cual está enfocado principalmente al término de la medición. A continuación se realiza el proceso de aplicación de las métricas en los proyectos Sistema de Gestión Fiscal (SGF) y Sistema Automatizado de Gestión Bancaria (SAGEB) los cuales fueron seleccionados entre un total de 6 proyectos donde se desarrollan aplicaciones Web, ya que estos son los únicos que tienen productos terminados. Después de realizar el proceso de aplicación de las métricas en los proyectos mencionados se analizan y comparan los resultados obtenidos y finalmente se dan las conclusiones parciales del capítulo.

3.2 Método de Validación de la Propuesta.

En algunas circunstancias se ha definido la medición como el proceso por el cual se asignan números o símbolos a atributos de entidades del mundo real. De esta manera, se disminuye cierto grado de subjetividad en un proceso de medición, mediante la utilización de métricas. Sin embargo, no sólo interesa contar con una diversidad de métricas, sino también, saber si dichas métricas son válidas. Es decir, si miden lo que realmente debieran medir. Por estas razones, la validación constituye un aspecto crucial en la medición del software, ya que asegura que las medidas representen con precisión los atributos del software que se pretende cuantificar.

Con la obtención de estos resultados, se podrán hacer comparaciones con resultados anteriormente obtenidos en las diferentes fases de desarrollo por las que atraviesa el software. También a partir del valor obtenido en cada métrica y siendo este valorado en el rango que se define en cada una, se llegarán a conclusiones y soluciones, determinando los factores que impiden la calidad del producto y el buen funcionamiento del mismo. De esta manera queda plasmada la evidencia de que la propuesta realizada cumple con el objetivo que se plantea, realizar un fuerte y continuo proceso de medición de la calidad del producto para contribuir a la mejora de los indicadores de la calidad en las aplicaciones Web de la Facultad 15.

3.2.1 Proceso de Validación del paquete de Métricas.

Para la aplicación de las métricas en los proyectos donde se desarrollan aplicaciones Web se llevaron a cabo todos los métodos de medición definidos para cada una, se establecieron las fórmulas de medición

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

(en los casos de las métricas que tenían métodos de medición cuantitativos) y posteriormente se llevó a cabo el análisis de la interpretación del resultado obtenido en cada caso.

Se utilizó el enfoque GQIM, pero esta vez aplicando el proceso de manera inversa, para realizar la validación de las métricas propuestas. O sea, se aplicaron cada una de las métricas a los proyectos, para obtener información que permitiera dar respuesta a las preguntas planteadas y de esa forma comprobar el grado de cumplimiento que poseen las metas definidas, teniendo en cuenta que la medición debe ser realizada siempre orientada a una meta.

3.3 Aplicación de la propuesta en los proyectos SGF y SAGEB.

La facultad 15 cuenta con una población de 6 proyectos que desarrollan aplicaciones Web, de los cuales se seleccionó una muestra de 2 proyectos (SGF y SAGEB) para el proceso de aplicación de las métricas propuestas. Siguiendo el criterio de realizar la aplicación de las métricas, en 2 proyectos que desarrollan aplicaciones Web con objetivos totalmente diferentes y que a su vez caracterizan como una de las principales categorías dentro del entorno Web, las aplicaciones Web empresariales o institucionales, lo cual da mayor fortaleza y credibilidad a la propuesta realizada.

A continuación se describe el proceso llevado a cabo para la validación de las métricas descritas en la propuesta de solución, de forma que se demuestre la utilidad de la selección, permitiendo la obtención de resultados que al ser interpretados brindan los índices reales de calidad que presentan dichos productos.

3.3.1 Aplicando métricas de Usabilidad.

1- Mapa de la aplicación.

Tabla 9: Valores para el cálculo de la métrica Mapa de la aplicación.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Mapa de la aplicación.	1	1

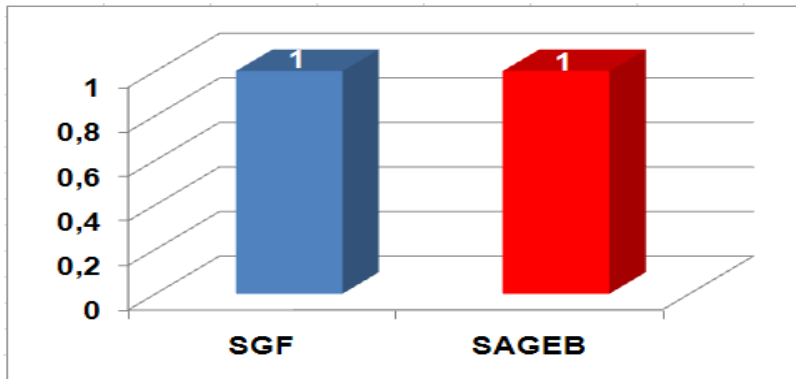


Figura 10: Valores alcanzados en la métrica Mapa de la Aplicación.

Como lo demuestran los resultados, tanto en el proyecto SGF como en SAGEB la aplicación Web cuenta con un mapa, el cual muestra la estructura o arquitectura global de la aplicación por lo que la métrica alcanza su valor ideal de 1.

2-Tabla de contenido.

Tabla 10: Valores para el cálculo de la métrica Tabla de contenido.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Tabla de contenido.	1	1

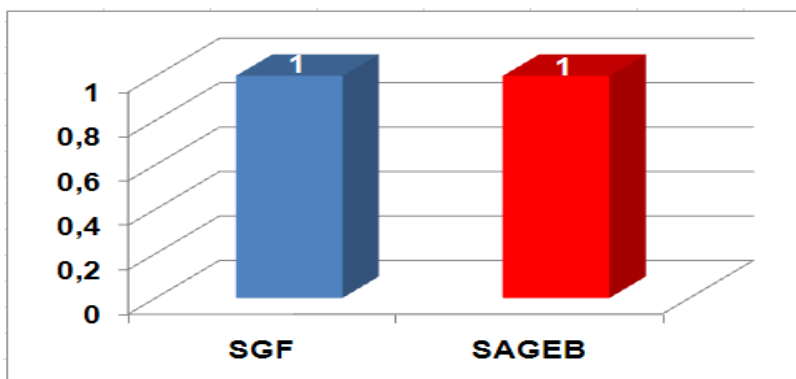


Figura 11: Valores alcanzados en la métrica Tabla de contenido.

En ambos proyectos la aplicación Web posee una tabla de contenido que posibilita al usuario realizar una navegación de forma directa, accediendo al objetivo deseado fácilmente. Este aspecto es muy importante para toda aplicación Web ya que constituye un elemento básico.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

3- Facilidad FAQ.

Tabla 11: Valores para el cálculo de la métrica Facilidad FAQ.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Facilidad FAQ.	0	0

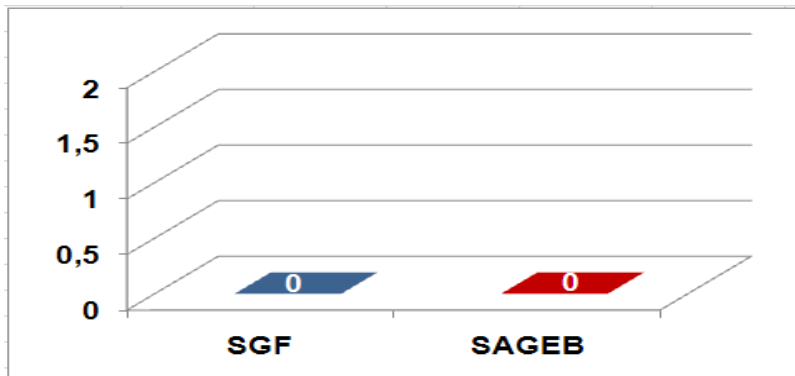


Figura 12: Valores alcanzados en la métrica Facilidad FAQ.

Tanto en el proyecto SGF como en SAGEB la aplicación no posee el atributo FAQ donde se representan el grupo de preguntas y respuestas relacionadas con el funcionamiento y objetivo de la aplicación, es necesario aclarar que en estos proyectos dicho atributo no es importante debido a que las personas que trabajarán directamente con la aplicación son trabajadores de dichas instituciones o empresas los cuales conocen a fondo el modo de funcionamiento así como los objetivos fundamentales de dicha aplicación Web.

4- Nivel de densidad.

Tabla 12: Valores para el cálculo de la métrica Nivel de densidad.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Número total de enlaces de la aplicación.	820	211
Número total de enlaces posibles teóricamente en la aplicación.	831	236
Nivel de densidad.	0.98	0.89

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Fórmula.

$$ND = \frac{Tlink}{T(t)link}$$

Sustitución para SGF.

$$ND = \frac{820}{831}$$

$$ND = 0.98$$

Sustitución para SAGEB.

$$ND = \frac{211}{236}$$

$$ND = 0.89$$

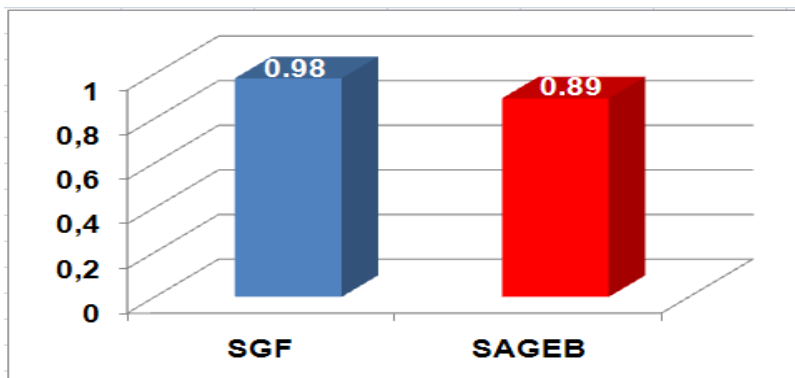


Figura 13: Valores alcanzados en la métrica Nivel de densidad.

Los valores obtenidos después de la aplicación de dicha métrica, dan como resultado que en los 2 proyectos (SGF y SAGEB) el nivel de densidad de la aplicación es bueno lo que posibilita lograr un mayor nivel de cohesión.

5- Indicaciones del diseño.

Tabla 13: Valores para el cálculo de la métrica Indicaciones del diseño.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Ayuda y documentos en línea.	1	0
Teclas de función preasignadas.	0	0
Utilización de indicadores de ayuda.	1	1
El menor número de	1	1

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

pantallas posible para implementar la funcionalidad.		
Soporte bilingüe.	0	0
Indicaciones del diseño.	3	2

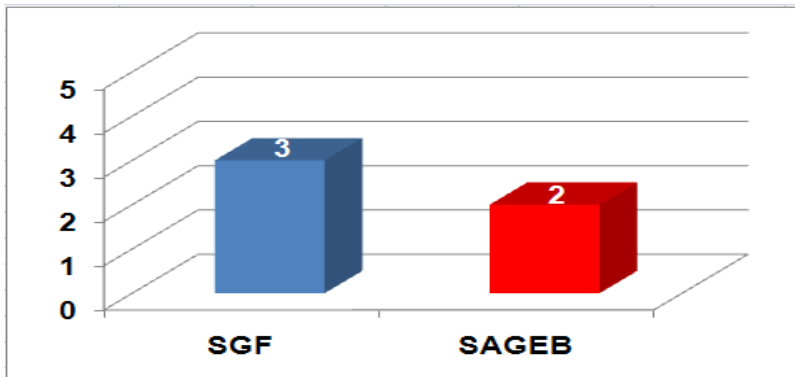


Figura 14: Valores alcanzados en la métrica Indicaciones del diseño.

Luego de la interpretación de los resultados arrojados en ambas aplicaciones se puede decir que en los 2 casos el diseño es regular, siendo un poco mejor en el proyecto de SGF al tener presente 3 parámetros del diseño, mientras que en SAGEB sólo están presente 2, es importante mencionar que en ambas aplicaciones el parámetro de soporte bilingüe no cumple objetivo, ya que en dichas aplicaciones no es necesario contar con otro lenguaje debido a que son proyectos nacionales.

3.3.2 Aplicando métricas de Eficiencia.

1- Porcentaje presencia ALT.

Tabla 14: Valores para el cálculo de la métrica Porcentaje presencia ALT.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Cantidad imágenes ALT.	3	10
Cantidad total de imágenes.	72	64
Porcentaje presencia ALT.	4.16	15.62

Fórmula.

$$\text{PorcentajePresenciaALT} = \frac{\text{CantidadImágenesALT}}{\text{CantidadTotalImágenes}} * 100$$

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Sustitución para SGF.

$$\text{Porcentaje Presencia A LT} = \frac{3}{72} * 100$$

$$\text{Porcentaje Presencia ALT} = 0.0416 * 100$$

$$\text{Porcentaje Presencia ALT} = 4.16$$

Sustitución para SAGEB.

$$\text{Porcentaje Presencia A LT} = \frac{10}{64} * 100$$

$$\text{Porcentaje Presencia ALT} = 0.1562 * 100$$

$$\text{Porcentaje Presencia ALT} = 15.62$$

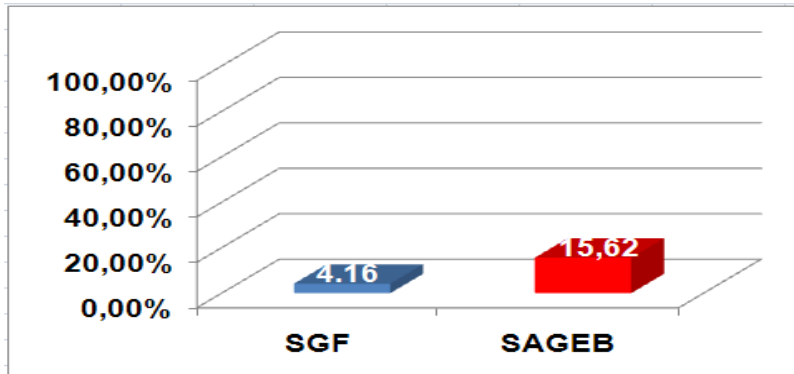


Figura 15: Valores alcanzados en la métrica porcentaje presencia ALT.

Como se evidencia en los resultados arrojados tras realizar el cálculo de dicha métrica existe una apreciable diferencia entre el porcentaje de utilización de imágenes con título en ambas aplicaciones resaltando el 15.62% en el proyecto SAGEB.

2- Porcentaje de redundancia de imágenes.

Tabla 15: Valores para el cálculo de la métrica Porcentaje redundancia imágenes.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Cantidad imágenes distintas.	59	52
Cantidad total de imágenes.	72	64
Porcentaje redundancia imágenes.	18.06	18.75

Fórmula.

$$\text{PRI} = 100 * \left(1 - \frac{\text{Cantidad Imágenes Distintas}}{\text{Cantidad Total Imágenes}}\right)$$

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Sustitución paraSGF

$$PRI = 100 * \left(1 - \frac{59}{72}\right)$$

$$PRI = 100 * (1 - 0.8194)$$

$$PRI = 18.06$$

Sustitución para SAGEB

$$PRI = 100 * \left(1 - \frac{52}{64}\right)$$

$$PRI = 100 * (1 - 0.8125)$$

$$PRI = 18.75$$

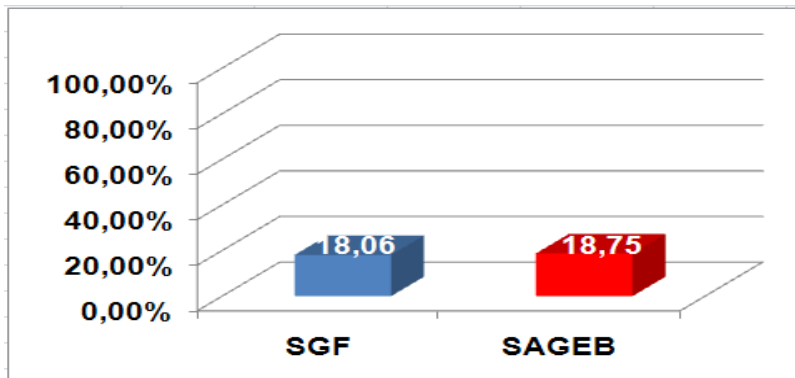


Figura 16: Valores alcanzados en la métrica Porcentaje de redundancia de imágenes.

Como lo demuestran los resultados, tanto en el proyecto SGF como en SAGEB el porcentaje de redundancia de imágenes en las 2 aplicaciones Web es muy similar, donde ambas se encuentran por encima del 18%.

3- Porcentaje de énfasis en las páginas.

Tabla 16: Valores para el cálculo de la métrica Porcentaje de énfasis en las páginas.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Cantidad palabras negrita.	6575	97
Cantidad palabras itálica.	0	0
Cantidad palabras mayúscula.	7253	1753
Cantidad palabras aplicación.	14950	2235
Porcentaje de énfasis en las páginas.	92.49	81.78

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Fórmula

$$PEP = \frac{(\text{CantPalNegr} + \text{CantPalIta} + \text{CantPalMay})}{\text{CantidadPalabrasAplica}} * 100$$

Sustitución para SGF

$$PEP = \frac{(6575 + 0 + 7253)}{14950} * 100$$

$$PEP = \frac{(13828)}{14950} * 100$$

$$PEP = 0.9249 * 100$$

$$PEP = 92.49$$

Sustitución para SAGEB

$$PEP = \frac{(97 + 0 + 1731)}{2235} * 100$$

$$PEP = \frac{(1828)}{2235} * 100$$

$$PEP = 0.8178 * 100$$

$$PEP = 81.78$$

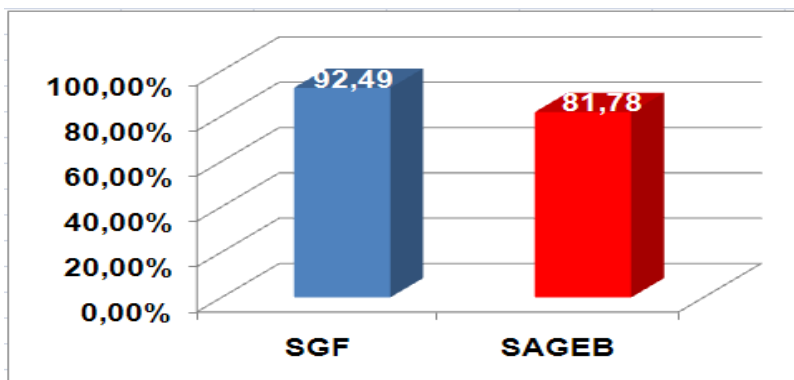


Figura 17: Valores alcanzados en la métrica Porcentaje de énfasis en las páginas.

Después de analizar los valores obtenidos se evidencia que tanto en la aplicación del proyecto SGF como en la de SAGEB existen elevados índices de porcentaje de énfasis en las páginas debido a que la gran parte de la información se encuentra en negritas, subrayada o en mayúsculas. Sobresaliendo el proyecto de SGF con un 92.49%.

4- Soporte a versión solo texto.

Tabla 17: Valores para el cálculo de la métrica Soporte a versión solo texto.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Soporte a versión solo texto.	1	1

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

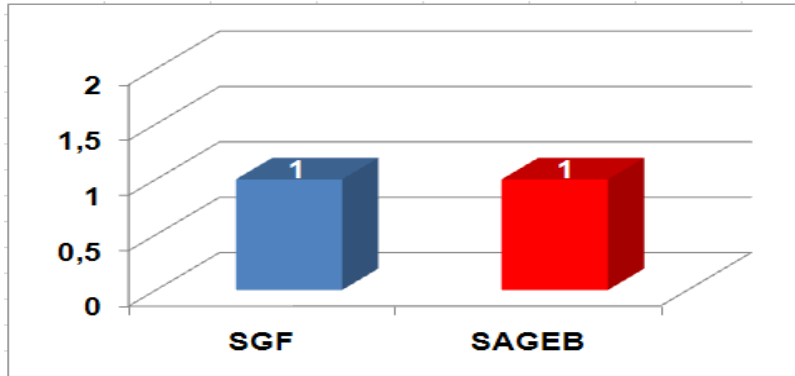


Figura 18: Valores alcanzados en la métrica Soporte a versión solo texto.

En ambos casos la métrica da como resultado 1, lo que indica que en ambas aplicaciones Web el atributo de soporte a versión solo texto se encuentra de forma parcial ya que en la mayoría de las páginas que componen la aplicación Web se hace uso de elementos gráficos, aunque en estos 2 proyectos esto no tiene ningún efecto debido a que el personal que trabajará con la aplicación será conocedor de todos los aspectos que la componen así como su funcionamiento.

5- Orientación a la aplicación.

Tabla 18: Valores para el cálculo de la métrica Orientación a la aplicación.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Número de enlaces no-html de la aplicación.	0	0
Número total de enlaces de la aplicación.	820	211
Orientación a la aplicación.	0	0

Fórmula

$$OA = \frac{N_Hlink}{Tlink}$$

Sustitución para SGF

$$OA = \frac{0}{820}$$

Sustitución para SAGEB

$$OA = \frac{0}{211}$$

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

OA = 0

OA = 0

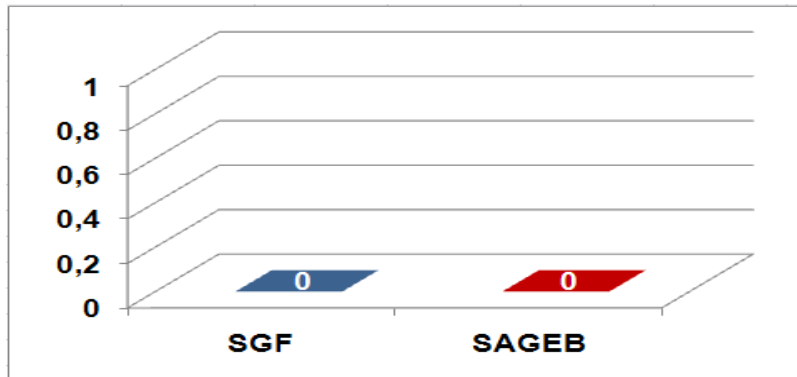


Figura 19: Valores alcanzados en la métrica Orientación a la aplicación.

La métrica Orientación de la Aplicación en los 2 casos da como resultado 0, al realizar la interpretación de estos resultados se puede decir que ambas aplicaciones poseen un buen índice de orientación al lograr la métrica su valor ideal de 0, ya que en los 2 proyectos ninguno de los enlaces que conforman la aplicación Web llevan a documentos no-html.

6- Tiempo de respuesta global.

Tabla 19: Valores para el cálculo de la métrica Tiempo de respuesta global.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Número de páginas descargadas en tiempo estándar.	417	48
Número total de páginas de la aplicación.	798	69
Tiempo de respuesta global.	0.52	0.69

Fórmula

$$TRG = \frac{PgTe}{TPg}$$

Sustitución para SGF

Sustitución para SAGEB

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

$$\text{TRG} = \frac{417}{798}$$

$$\text{TRG} = \frac{48}{69}$$

$$\text{TRG} = 0.52$$

$$\text{TRG} = 0.69$$

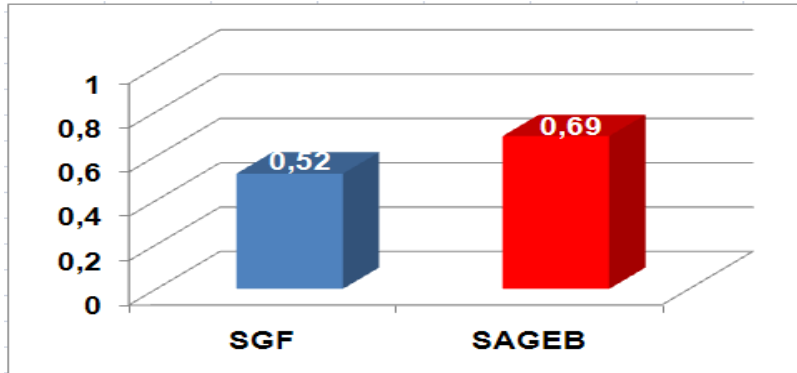


Figura 20: Valores alcanzados en la métrica Tiempo de respuesta global.

Después de realizar la interpretación de los resultados obtenidos a través del cálculo de la métrica Tiempo de respuesta Global se observa que en las 2 aplicaciones el número de páginas que responden al estándar mínimo es de proporción regular, es importante aclarar que aunque los valores sean medios, existe entre ambas aplicaciones una gran diferencia en cuanto al tiempo estándar, el de la aplicación de SGF es 3 veces menor que el de SAGEB, pero en esta métrica no existe un tiempo estándar general para todas las aplicaciones sino que este tiempo estándar es sacado por cada una de las aplicaciones que se evalúan.

3.3.3 Aplicando métricas de Fiabilidad.

1- Porcentaje de enlaces rotos.

Tabla 20: Valores para el cálculo de la métrica Porcentaje de enlaces rotos.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Cantidad Enlaces Rotos Internos.	7	49
Cantidad Enlaces Rotos Externos.	0	0
Cantidad Total Enlaces	820	211
Porcentaje de enlaces rotos.	0.85	23.2

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Fórmula

$$\text{PER} = \frac{(\text{Cantidad Enlaces Rotos Internos} + \text{Cantidad Enlaces Rotos Externos})}{\text{Cantidad Total Enlaces}} * 100$$

Sustitución para SGF

$$\text{PER} = \frac{(7+0)}{820} * 100$$

$$\text{PER} = 0.0085 * 100$$

$$\text{PER} = 0.85$$

Sustitución para SAGEB

$$\text{PER} = \frac{(49+0)}{211} * 100$$

$$\text{PER} = 0.232 * 100$$

$$\text{PER} = 23.2$$

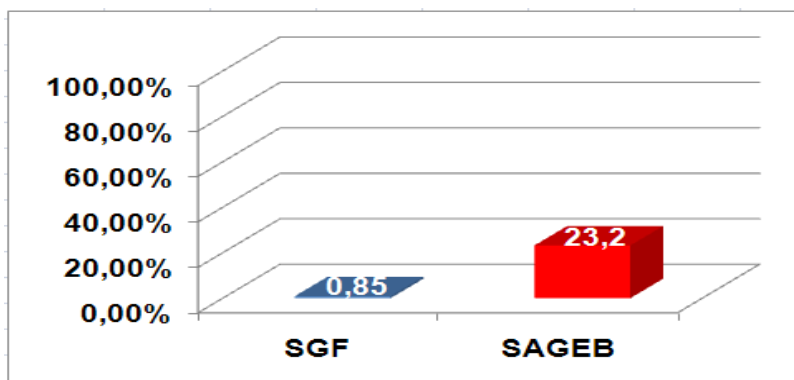


Figura 21: Valores alcanzados en la métrica Porcentaje de enlaces rotos.

Después de obtener los resultados tras el cálculo de la métrica en ambas aplicaciones es importante señalar el crítico índice de enlaces rotos encontrados en el proyecto SAGEB con un 23.2% del total de enlaces con que cuenta la aplicación, lo cual es un aspecto fundamental para lograr un alto nivel de calidad, mientras que en SGF es solo de un 0.85% también es válido mencionar que el proyecto SAGEB se encuentra realizando cambios en el diseño y funcionamiento de los enlaces por lo que se hace necesario realizar un seguimiento de este aspecto.

2- Eficacia en la eliminación de defectos.

Tabla 21: Valores para el cálculo de la métrica Eficacia en la eliminación de defectos.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Número de errores encontrados antes de la entrega del software.	10	8

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

Número de defectos encontrados después de la entrega.	1	3
Eficacia en la eliminación de defectos.	0.90	0.72

Fórmula

$$EED = E / (E + D)$$

Sustitución para SGF

$$EED = 10 / (10 + 1)$$

$$EED = 10 / (11)$$

$$EED = 0.90$$

Sustitución para SAGEB

$$EED = 8 / (8 + 3)$$

$$EED = 8 / (11)$$

$$EED = 0.72$$

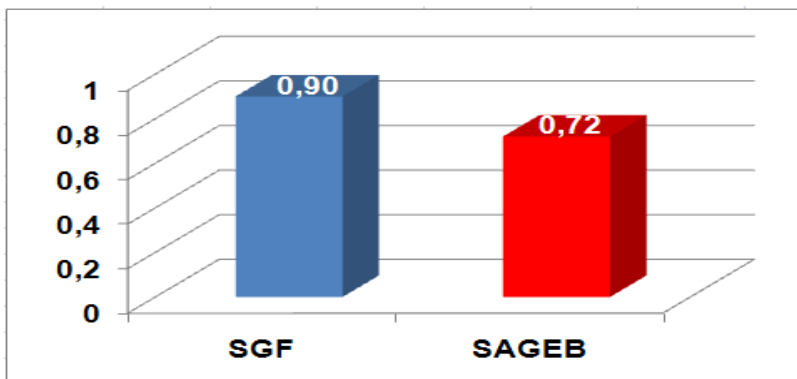


Figura 22: Valores alcanzados en la métrica Eficacia en la eliminación de defectos.

Realizando un análisis de los resultados obtenidos, se evidencia que el proyecto de SGF posee un buen índice de eficacia en la eliminación de defectos con un valor de 0,90, mientras que en el proyecto SAGEB el valor de 0,72 es regular, lo que muestra que la aplicación presenta algunos defectos importantes los cuales no pudieron ser eliminados, esto puede afectar la imagen del sistema, pues no se concibe un aplicación con este índice de problemas.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

3- Complejidad de la tecnología.

Tabla 22: Valores para el cálculo de la métrica Complejidad de la tecnología.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Número de páginas dinámicas.	798	69
Número total de páginas de la aplicación.	798	69
Complejidad de la tecnología.	1	1

Fórmula

$$CTec = \frac{PgD}{TPg}$$

Sustitución para SGF

$$CTec = \frac{798}{798}$$

$$CTec = 1$$

Sustitución para SAGEB

$$CTec = \frac{69}{69}$$

$$CTec = 1$$

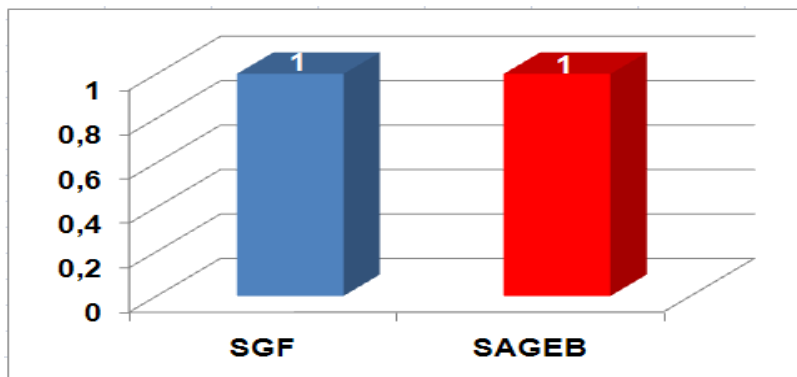


Figura 23: Valores alcanzados en la métrica Complejidad de la tecnología.

En ambas aplicaciones el resultado obtenido tras el cálculo de la métrica es 1, lo que al ser interpretado posibilita decir que las 2 aplicaciones Web poseen una alta complejidad tecnológica al contar en su totalidad con páginas dinámicas.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

3.3.4 Aplicando métricas de Funcionalidad.

1- Integridad.

Tabla 23: Valores para el cálculo de la métrica Integridad.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Amenaza.	0.1	0.6
Seguridad.	0.9	0.4
Integridad.	0.01	0.36

Fórmula

Integridad = (amenaza * (1- seguridad))

Sustitución para SGF

Integridad = (0.1 * (1- 0.9))

Integridad = (0.1 * (0.1))

Integridad = 0.01

Sustitución para SAGEB

Integridad = (0.6 * (1- 0.4))

Integridad = (0.6 * (0.6))

Integridad = 0.36

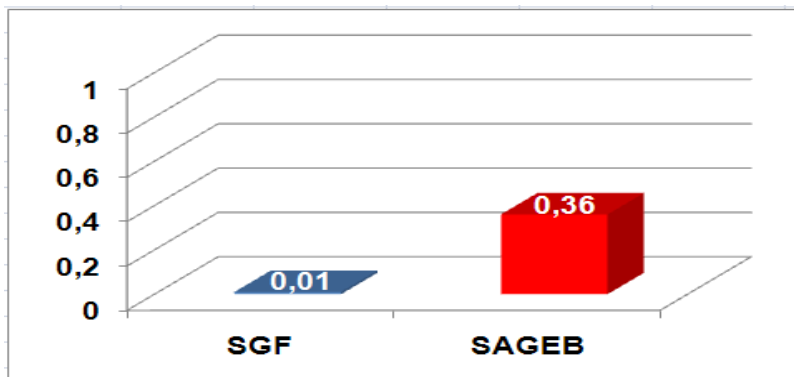


Figura 24: Valores alcanzados en la métrica Integridad.

Como indican los resultados, existe una gran diferencia entre ambas aplicaciones Web ya que la aplicación de SGF posee una alta integridad mientras que en SAGEB la integridad es media, este factor es fundamental para cualquier sistema. Es importante señalar que el proyecto de SAGEB todavía se encuentra trabajando en los aspectos de la seguridad de la aplicación, lo cual es válido a la hora de realizar cualquier valoración.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

2- Búsqueda.

Tabla 24: Valores para el cálculo de la métrica Búsqueda.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Búsqueda.	2	1

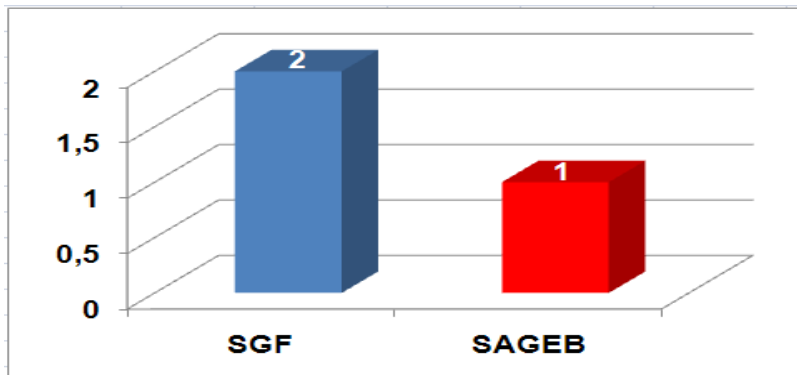


Figura 25: Valores alcanzados en la métrica Búsqueda.

Tanto la aplicación Web del proyecto SGF como la de SAGEB poseen sistema de búsqueda pero en el caso del SGF posee un sistema de búsqueda más complejo y mejor organizado lo cual posibilita realizar una búsqueda avanzada a través de filtros sobre cualquier aspecto interno dentro del sistema Web, este es un elemento fundamental dentro del nivel de funcionalidad que presenta la aplicación Web.

3- Indicador del camino.

Tabla 25: Valores para el cálculo de la métrica Indicador del camino.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Indicador del camino.	1	0

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

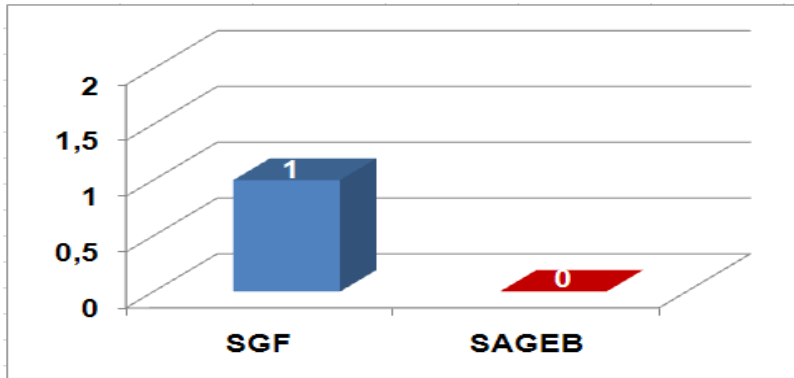


Figura 26: Valores alcanzados en la métrica Indicador del camino.

En el caso del parámetro indicador del camino es fundamental señalar que la aplicación de SGF sí lo posee, pero la de SAGEB no, lo cual puede atentar contra la buena funcionalidad del sistema.

4- Tamaño de página.

Tabla 26: Valores para el cálculo de la métrica Tamaño de página.

Parámetro	Valor obtenido SGF	Valor obtenido SAGEB
Tamaño página (i).	32 9587.3	13 2827.1
Número total de páginas de la aplicación.	798	69
Tamaño de página.	413.01 KB	1925.03 KB

Fórmula

$$TP = \frac{\sum_{i=1}^n Tm(i)}{TPg}$$

Sustitución para SGF

$$TP = \frac{329587.3}{798}$$

$$TP = 413.01KB$$

Sustitución para SAGEB

$$TP = \frac{132827.1}{69}$$

$$TP = 1925.03KB$$

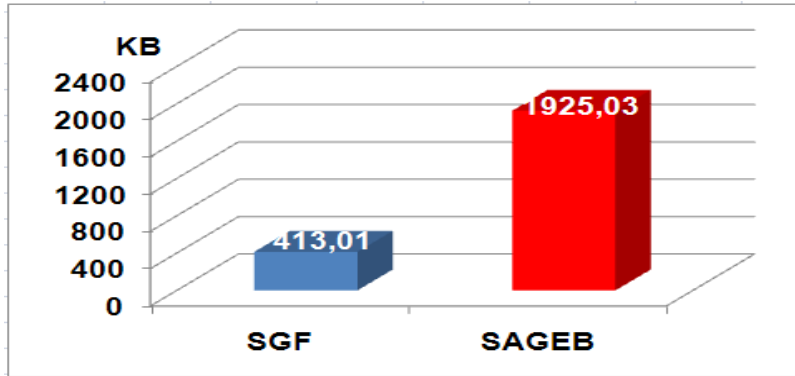


Figura 27: Valores alcanzados en la métrica Tamaño de página.

Tras el análisis de los resultados obtenidos es evidente la gran diferencia entre el tamaño de página que posee una aplicación y la otra, esto viene dado por la forma de programación que se haya realizado, la cual puede ser muy variante. En el caso del proyecto de SGF el tamaño promedio de sus páginas es 4 veces menor que en el proyecto SAGEB lo cual da un margen de mayor índice de recuperación para la aplicación de SGF ya que mientras mayor sea el tamaño de las páginas de la aplicación, menor será el factor de recuperación.

3.4 Métricas pendientes a ser medidas.

Métricas de Usabilidad.

En el caso particular de las métricas Nivel de demanda de la aplicación, Nivel de asiduidad de la demanda y Nivel de actividad de los usuarios de la aplicación pertenecientes a la característica de Usabilidad, no se presentan resultados debido a que para poder calcular dichas métricas se depende totalmente de los usuarios, siendo el factor más importante la interacción que estos establecen con la aplicación.

Los 2 proyectos sobre los cuales se lleva a cabo el proceso de validación de la propuesta se encuentran en las etapas de desarrollo y de pruebas, donde contar con características y valores confiables brindados por el usuario es imposible. Estas métricas están destinadas a mostrar importantes indicadores de la calidad cuando la aplicación lleve cierto tiempo en explotación y se pueda contar con números precisos obtenidos mediante el accionar de los usuarios, los cuales darán un criterio para realizar futuras mejoras a la aplicación, contribuyendo a lograr mayores índices de calidad.

Métricas de Eficiencia.

En la métrica Duración de la actividad de la característica Eficiencia donde se necesitan indicadores como el promedio de duración de las visitas, calculado a partir de la suma de la duración de las vistas de

Capítulo 3: Validación de la Propuesta.

páginas individuales sobre el número total de visitas en un cierto período de tiempo, ocurre algo similar a las métricas de Usabilidad ya que se hace imposible presentar resultados debido a que para poder calcular dicha métrica se depende totalmente del accionar de la tareas que realiza el usuario en la aplicación. Esta métrica está destinada a mostrar importantes indicadores de la calidad cuando la aplicación lleve cierto tiempo en explotación y se pueda contar con números precisos obtenidos mediante el accionar de los usuarios, los cuales darán un criterio para realizar futuras mejoras a la aplicación, contribuyendo a lograr mayores índices de calidad.

Métricas de Funcionalidad.

La métrica Factor de descarga perteneciente a la característica de Funcionalidad es un caso especial dentro de esta propuesta de solución, ya que en los 2 proyectos donde se realiza la validación no es necesario ni constituye un objetivo del negocio realizar descargas de información mediante páginas, aunque no se descarta la posibilidad de que en ambos casos se realice la descarga de información a través de documentos Word, Pdf, Excel, entre otros.

3.5 Conclusiones Parciales.

Para realizar la validación de la propuesta se utilizó el método de medición directa sobre la aplicación Web, el cual demostró ser un mecanismo eficiente a la hora de realizar la recolección de los datos que brinda cada uno de los atributos presentes en la aplicación.

Al desarrollar el cálculo de las métricas que conforman la propuesta, los resultados obtenidos fueron analizados e interpretados brindando la información necesaria para realizar un grupo de valoraciones sobre el nivel de calidad que presentan las aplicaciones Web.

Fueron encontrados un grupo de defectos y problemas que afectan gravemente a la calidad lo cual demuestra que la propuesta posee una alta probabilidad de éxito y su aplicación se hace necesaria en los proyectos de la facultad 15 con el objetivo de lograr los niveles de calidad requeridos.

Conclusiones Generales.

Se realizó un estudio del modelo de calidad CMMI, específicamente en el área Medición y Análisis determinando el enfoque GQIM como el marco de trabajo para llevar a cabo la selección de las métricas Web de la propuesta.

Se realizó un amplio estudio sobre el estado del arte de la calidad en las aplicaciones Web, señalando con gran importancia las características mediante las cuales se pone de manifiesto la misma y determinando en esta investigación las 4 características principales que están presentes en las aplicaciones Web, que son: Usabilidad, Eficiencia, Fiabilidad y Funcionalidad.

Se realizó un análisis detallado sobre las métricas de software de la calidad externa, calidad interna y calidad en uso, determinando específicamente las métricas para aplicaciones Web de acuerdo a las características seleccionadas.

La propuesta obtenida, recoge un conjunto de 23 métricas que permiten evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web de la Facultad 15.

Mediante la aplicación del paquete de métricas en los proyectos SGF y SAGEB, se identificaron algunos problemas específicamente en: el diseño de la aplicación, el funcionamiento interno de los enlaces, los mecanismos de búsqueda, el tamaño de las páginas lo cual dificulta grandemente el tiempo de respuesta y su recuperación, el proceso de navegación dentro de la aplicación al tener dificultades con el indicador del camino, así como faltas de ortografía lo cual afecta la apariencia y credibilidad del sistema.

Mediante la validación de la propuesta se obtuvieron resultados satisfactorios que demuestran la eficiencia de las métricas a la hora de evaluar la calidad de la aplicación, lo cual brinda un grado de confianza y certeza sobre la futura implantación de la propuesta en todos los proyectos de la Facultad.

Recomendaciones.

Se propone como futuras líneas de trabajo:

- 1-Realizar la medición de las métricas que se encuentran en la propuesta y no pudieron ser medidas debido a que era indispensable para ello, que las aplicaciones estuviesen en etapa de explotación.
- 2-Estudiar y realizar una propuesta de métricas que permitan medir la calidad en las aplicaciones Web basados en las características: Mantenibilidad y Portabilidad.
- 3-Crear una base de conocimientos general que agrupe: características de la calidad, modelos y métricas aplicables en entornos Web.
- 4-Realizar dentro de los equipos de calidad de los proyectos de la facultad un estudio profundo sobre el enfoque GQIM, donde recibirán asesoramiento por especialistas en el tema y serán los encargados de desarrollar y aplicar las métricas que ayuden a medir el comportamiento de sus proyectos en cualquier aspecto de calidad.
- 5-Publicar los resultados de este trabajo de diploma para poner a disposición de la facultad y de la universidad el sistema de métricas propuesto.
- 6-Publicar este trabajo en foros nacionales e internacionales para obtener valoraciones de personas interesadas en el tema de la propuesta.
- 7-Incorporar por parte de la dirección de otros proyectos productivos de la universidad el paquete de métricas en los mismos para su futura aplicación.
- 8-Actualizar la propuesta de forma periódica debido a la creación de nuevos proyectos, los cuales pueden presentar características nuevas que ocasionen la necesidad del empleo de nuevas métricas.

Bibliografía

Abrahão, S. 2008. *Calidad de Sistemas de Información Web.* 2008.

Alarcón, A. S. 2004. *Modelos de calidad.* 2004.

Bordignon, F y Tolosa, G. 2006. *Caracterización de Espacios Webs Educativos Sudamericanos.* 2006.

Calero, C. 2005. *“Métricas de Software”.* . Universidad Politécnica de Madrid. : s.n., 2005.

CMMI. 2006. CMMI. Capability Maturity Model Integrated. [En línea] 2006. www.sei.cmu.edu/cmmi/.

Cusumano, Michael A. 2004. El negocio del software. [En línea] Marzo de 2004.
<http://comunidad.uach.mx/rarroyo/resumenes/315EINegocioDelSoftware.pdf>.

Estevéz, I. P. 2002. *Métricas para el control de proyectos de software.* Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” La Habana : s.n., 2002.

García, M. N. M. y PEÑALVO, F. J. G. 2000. *Medición de la calidad del software en el ámbito de la especificación de requisitos.* Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca : s.n., 2000.

Gracia, J. 2005. *CMM - CMMI Nivel 2,*. 2005.

IEEE. 1990. *Standard Glossary of Software Engineering Terminology.* 1990.

Ivory, M.Y. 2001. *An Empirical Foundation for Automated Web Interface Evaluation.* Berkeley, University of California : s.n., 2001.

Lavoie, B. y Frystyk Nielsen, H. 1999 . *W3C Glossary Dictionary.* 1999 .

Lilburne, B., Devkota, P. y Khan, K. 2004. *Measuring Quality Metrics for Web Applications.* New Orleans, US : s.n., 2004.

Martínez, E. M. 2005. *Calidad del software.* Departamento de Informática. Universidad de Valladolid : s.n., 2005.

Mcfeeley, B. IDEALSM: A User’s Guide for Software Process Improvement. *Software Engineering Institute*

Mendes, E y Mosley, N:Counsell, S. 2001 . *Estimating design and authoring effort, IEEE MultiMedia, special issue on Web Engineering.* 2001 .

Méndez, C. 2006. *Introducción al modelo CMMI.* 2006.

Minguet, J.M, y Cerasa Hernández, J.F. 2007. *La calidad del software y su medida.* 2007.

Nielsen, H. 1999. *W3C Working Draft, “WAIAccessibility Guidelines: Page Authoring.* 1999.

- Niessink, F. 2002.** Software Requirements: Functional & Non-functional Software Requirements". [En línea] 2002. www.cs.uu.nl/docs/vakken/swa/Slides/SA-2-Requirements.pdf.
- Olsina, L. 1987.** *Calidad en Productos Web*. La Plata, Argentina : s.n., 1987.
- . **2002.** *Métricas, Criterios y Estrategias para Evaluar Calidad Web*. La Plata, Argentina. : s.n., 2002.
- Parl, Robert E., Goethert, Wolfhart B. y Florac, William A. 1996.** *Goal-Driven Software Measurement – A Guidebook*, Software Engineering Institute. 1996.
- Paulk, Mark C. 2008.** *A History of Capability Maturity Model for Software*. Carnegie Mellon University : s.n., 2008.
- Petricek, V., y otros. 2006.** *The Web Structure of E-Government Developing a Methodology for Quantitative Evaluation*. 2006.
- PLATA, L. G. 2006.** *Empresas certificadas en CMMI*. 2006.
- Pressman, R. S. 1998.** *Ingeniería del software. Un enfoque práctico. 4ª Edición*. 1998.
- PRESSMAN, Roger. 2005.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Sexta edición*. . Mexico, : McGraw Hill Interamericana, 2005.
- Reifer, D. 2000.** *Web Development: Estimating Quick-to-Market Software*, IEEE Software. 2000.
- Rosenfeld, L. y Morville, P.,. 1998.** *Information Architecture forthe WWW*. 1998.
- Rout, Terence P. 2000.** SPICE Software Process Improvement Capability Determination. Software Quality Institute Griffith University : s.n., 2000.
- Rubio, G.B. 2002.** *Calidad en Ingeniería del Software*. . 2002.
- Ruiz, J, Calero, C y Piattini, M. 2005..** *Classifying web metrics using the web quality model*. United Kingdom : Emerald Press, 2005.
- Shrum, Sandy, M., Chrissis y M., Konrad. 2003.** *CMMI®: Guidelines for Process Integration and Product*. 2003.
- Synspace. 2004.** *iNTACS Certified ISO/IEC 15504 (SPiCE) Assessor*. 2004.
- UCI. 2006..** *Calidad del Software. Conferencia Congreso FEU*. UCI : s.n., 2006.
- Victoria-Gasteiz., E.U.d.I. 2006.** *Ingeniería del Software de Gestión*. . 2006.
- Wohlin, C., y otros. 2000.** *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. s.l. : Kluwer Academic Publishers., 2000.

Anexos.

Anexo 1: Encuesta para los proyectos que desarrollan aplicaciones Web en la Facultad.

Nombre:

Proyecto:

Facultad:

1. ¿Existe un equipo de calidad interna en el proyecto?

Sí____ No_____

2. ¿Qué mecanismos de control de la calidad se aplican en el proyecto?

Pruebas_____ Métricas_____ No se controla_____

Otros_____

En caso que sea otros, mencionarlos_____

3. ¿Qué problemas puede ocasionar la no utilización de algún mecanismo de control de la calidad?

4. ¿Conoce las características de la calidad en las aplicaciones Web?

Sí ____ NO_____

¿Cuáles son?

5. ¿Tienen algún conocimiento de las métricas que se utilizan para la evaluación de las características de calidad en las aplicaciones Web?

Sí____ No_____

6. ¿Se aplican dichas métricas?

Sí____ No_____

En caso positivo: ¿Que métricas aplican?_____

¿En qué etapas del proyecto aplican las métricas?_____

En caso negativo ¿Por qué no?_____

7. ¿Según las características y objetivos del proyecto que desarrollan, tiene definido algún modelo o conjunto de métricas para la evaluación de las características de la calidad?

Sí____ NO_____

8. ¿Qué importancia le otorga, tener definido un modelo o conjunto de métricas para la evaluación de las características de la calidad en las aplicaciones Web?

Anexo 2: Entrevistas a expertos en el tema de la calidad.

Nombre:

Lugar en el cual trabaja:

Cargo que ocupa:

Facultad:

Preguntas:

1. ¿Cuál es la situación respecto a la calidad de las aplicaciones Web en la (UCI o Facultad)?
2. ¿Cómo se evalúa la calidad de las aplicaciones Web en la (UCI o Facultad)?
3. ¿Qué importancia le otorga a la calidad?
4. ¿Sufren atrasos los proyectos Web realizados en la (UCI o Facultad)? ¿Por qué?
5. ¿Conoce si se utilizan métricas para evaluar las características de la calidad en las aplicaciones Web en la (UCI o Facultad)? ¿Cuáles métricas se utilizan?

Glosario de Términos y Siglas

A

Aplicación Web: Es un sistema Web (servidor Web, red, protocolo, navegador) donde la entrada del usuario (entrada de datos y navegación) afecta el estado del negocio. Su arquitectura general es la de un sistema cliente/servidor.

C

Calidad Interna: Se mide por las propiedades estáticas del código, utilizando técnicas de inspección.

Calidad externa: Se mide por las propiedades dinámicas del código cuando éste se ejecuta.

Calidad en uso: Se mide por el grado por el cual el software está realizado en función de las necesidades del usuario en el entorno de trabajo para el que fue construido.

CMMI: Capability Maturity Model Integration (Modelo de Capacidad y Madurez Integrado).

D

Defecto: Indicadores de que un artefacto no funciona como ha sido especificado, o cualquier otra característica indeseable. Cualquier requerimiento, elemento de diseño o de implementación que si no es cambiado, causará un diseño, implementación, prueba, uso, o mantenimiento inapropiado del producto.

E

Error: Fisura en un producto de trabajo de la ingeniería de software o en la entrega descubierta por los ingenieros antes de que el software sea entregado al usuario final.

F

FAQ: El término preguntas frecuentes o preguntas más frecuentes (FAQ, acrónimo del inglés Frequently Asked Questions) se refiere a una lista de preguntas y respuestas que surgen frecuentemente dentro de un determinado contexto y para un tema en particular.

G

GQIM: Goals Questions Indicators and Measures (Proceso de medición dirigido a objetivos).

H

HTML: El Lenguaje de Etiquetas de Hipertexto (HyperText Markup Language) (HTML) es un lenguaje simple de etiquetas usado para crear documentos de hipertexto que son portables de una plataforma a otra.

I

Indicador: Es una métrica o una combinación de métricas que proporcionan una visión profunda que permite al gestor de proyectos o a los ingenieros de software ajustar el producto, el proyecto o el proceso para que las cosas salgan mejor .

ISO 9126: Es un estándar internacional para la evaluación del Software. El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, respectivamente, lo siguiente: modelo de calidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso.

IEEE: (IEEE Software Engineering Standards, Std. 610.12, 1990) Asociación técnico- profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la mayor asociación internacional sin fines de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación e ingenieros en telecomunicación.

ISO 9000: Se refiere a una serie de normas universales que define un sistema de “Garantía de Calidad” desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Su objetivo es promover el intercambio de productos y servicios en todo el mundo y fomentar la cooperación mundial en las áreas intelectual, científica, tecnológica y económica.

M

Métrica: Medida o medición. La seguida aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos.

Medida: Proporciona una indicación cuantitativa de extensión, cantidad, dimensiones, capacidad y tamaño de algunos atributos de un proceso o producto.

Medición: Es el acto de determinar una medida.

N

Norma o estándar: Documento aprobado por consenso por un organismo reconocido, que proporciona reglas, pautas y/o características para uso común, con el objeto de obtener un óptimo nivel de resultados en un contexto dado.

P

Proceso: Conjunto de actividades, realizadas en forma secuencial, que realiza una organización, para crear, producir y entregar productos, de tal manera que satisfagan las necesidades de sus clientes.

Producto: Resultado concreto, observable y medible que surge como consecuencia del proceso, proyecto o experiencia desarrollada.

PHP: Es un acrónimo recursivo que significa PHP Hypertext Pre-processor. Es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas Web dinámicas.

Q

Quint2: Quality in Information Technology (Calidad en Tecnología de la información).

R

Recurso: Es un elemento necesario para completar una tarea. Los recursos pueden ser personas, equipos, instalaciones, dinero o cualquier otra cosa necesaria para realizar el trabajo del proyecto. Los recursos pueden tener una disponibilidad temporal limitada.

S

Software: Se refiere a los programas y datos almacenados en un ordenador.

T

TQM: Gestión de Calidad Total.

W

WebQEM: Web Quality Evaluation Methodology (Metodología de Evaluación de Calidad Web).