



Instituto Politécnico Nacional

Centro de Investigación en Computación

Secretaría de Investigación y Posgrado

**MODELO CUALIMÉTRICO PARA LA
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN
EN DISPOSITIVOS MÓVILES**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
P R E S E N T A
LA LIC. CLARISSA JANETH GONZÁLEZ ACATITLA



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. SANDRA DINORA ORANTES JIMÉNEZ

MÉXICO, D.F.

2008



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 16:00 horas del día 1 del mes de Diciembre de 2008 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del:

Centro de Investigación en Computación

para examinar la tesis de grado titulada:

“MODELO CUALIMÉTRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES”

GONZÁLEZ

Apellido paterno

ACATITLA

materno

CLARISSA JANETH

nombre(s)

Con registro:

B**0****6****1****0****4****8**

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Presidente

Dr. Rolando Quintero Téllez

Secretario

M. en C. Sergio Sandoval Reyes

**Primer vocal
(Director)**

M. en C. Sandra Dinora Orantes Jiménez

Segundo vocal

M. en C. Alejandro Botello Castillo

Tercer Vocal

Dr. Gilberto Lorenzo Martínez Luna

Suplente

M. en C. Rubén Peredo Valderrama

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACION
EN COMPUTACION
DIRECCION



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 25 del mes junio del año 2009, el (la) que suscribe Clarissa Janeth González Acatitla, alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias de la Computación con número de registro B061048, adscrito a Centro de Investigación en Computación, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de M. en C. Sandra Dinora Orantes Jiménez y cede los derechos del trabajo intitulado “ Modelo Cualimétrico para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: clarissajaneth@hotmail.com . Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Clarissa González
Clarissa Janeth González Acatitla

Nombre y firma

Resumen

Existen estándares Nacionales que evalúan procesos de software, pero actualmente no se ha desarrollado una norma o metodología que evalúe la calidad del software de los sistemas de información en dispositivos móviles que incluya o proporcione una plantilla que facilite a los desarrolladores de sistemas de información para estos dispositivos móviles las características que estos deben incluir y que faciliten su manejo y acceso a ellos. Es por esta razón se desarrolla y propone un Modelo Cualimétrico que contendrá los criterios, subcaracterísticas y atributos necesarios que ejecuten para el correcto funcionamiento en los móviles de sistemas de información diseñados apegándose a una metodología, logrando con esto ahorro de costos y recursos invertidos en su creación, aumentando la productividad y generando un rendimiento adecuado.

Abstrac

Currently, software development is evaluated in our country by National standards metrics. Despite, those by metrics has been successful, they fail when they are applied on mobile devices. In this tesis, we develop a qualimetric model for software development evaluation on mobile devices. Our purpose is improving data access and management to mobile devices users, a correct software development process. The proposed model evaluates values of characteristics, subcharacteristics and attributes related with proper mobile devices functioning. The main advantage of applying our model is productivity and performance improvement in mobile devices applications.

Índice de páginas

Capítulo I. Introducción	Pág.
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Beneficios Esperados.....	5
1.6 Alcances y Límites	
1.6.1 Alcances.....	5
1.6.2 Límites.....	6
1.7 Organización de la Tesis.....	6
1.8 Resumen del capítulo.....	7
Capítulo II. Marco teórico	
2.1 Modelos Cualimétricos	
2.1.1 Modelo Mc Call.....	8
2.1.2 Modelo de Boehm.....	10
2.1.3 Modelo MECA.....	11
2.1.4 NMX-I-006-NYCE.....	12
2.1.5 NMX-I-055/NYCE.....	14
2.1.6 Modelo SATC.....	15
2.2 Modelos de calidad para portales Web.....	16
2.2.1 Modelo de calidad para portales.....	17
2.2.2 Un instrumento para medir la calidad del servicio percibida del usuario.....	20
2.2.3 Un marco de evaluación flexible para portales Web.....	21
2.3 Comparativo entre los modelos existentes.....	24
2.4 Resumen del capítulo.....	29
Capítulo III. Modelo Cualimétrico	
3.1 Establecer requisitos de evaluación	
3.1.1 Establecer el propósito de la evaluación.....	31
3.1.2 Identificar los tipos de productos a ser evaluados.....	31
3.1.3 Especificar el modelo de calidad.....	33
3.2 Especificar la evaluación	
3.2.1 Seleccionar las métricas.....	33
3.2.1.1 Tipos de mediciones.....	33
3.2.1.2 Requisitos de las mediciones.....	33
3.2.2 Establecer los niveles para las métricas.....	34
3.2.3 Establecer los criterios de valoración.....	35
3.3 Diseñar la evaluación	
3.3.1 Elaborar el plan de la evaluación.....	35
3.4 Ejecutar la evaluación.....	35
3.4.1 Tomar medidas.....	35
3.4.2 Comparar con los criterios.....	35
3.4.3 Valorar los resultados.....	35
3.5 Resumen del capítulo.....	36
Capítulo IV. Modelo Cualimétrico	
4.1 Establecer los requisitos de evaluación	
4.1.1 Establecer el propósito de la evaluación.....	37
4.1.2 Identificar los tipos de productos.....	37
4.1.3 Especificar el modelo de calidad.....	37
4.2 Especificar la evaluación	
4.2.1 Seleccionar las métricas.....	41
4.2.2 Establecer los niveles para las métricas.....	49
4.2.3 Establecer los criterios para la valoración.....	50
4.3 Diseñar la evaluación	

4.3.1	Elaborar el plan de evaluación.....	51
4.4	Plantilla del cuestionario de evaluación.....	52
Capítulo V. Análisis y diseño del modelo cualimétrico		
5.1	Casos de uso generales (principales)	58
Capítulo VI. Pruebas y resultados		
6.1	Resultados por orden de evaluación	
6.1.1	Modelo de calidad para software de minería de datos.....	61
6.1.2	Modelo para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles.....	64
6.1.3	Cuadros comparativos entre ambos modelos.....	68
6.2	Resumen del capítulo.....	69
Capítulo VII. Conclusiones y trabajos futuros		
7.1	Conclusiones.....	70
7.2	Trabajos Futuros.....	71
7.3	Divulgación de la investigación.....	71
Bibliografía.....		73

Índice de figuras

Figura	Nombre	Pág.
2.1	Modelo de calidad de software propuesto por Mccall	12
2.2	Niveles del modelo de Bohem	16
2.3	Marco de referencia para la evaluación de los procesos propuesta por NMX-I-006-NYCE.....	17
2.4	Resumen de las características y sub características PQM.....	19
2.5	Marco de evaluación propuesto por Sampson y Manouselis (2004)...	23
3.1	Proceso de evaluación (NMX-I-084-NYCE) 30.....	24
4.1	Proceso de evaluación.....	40
4.2	Calidad en el ciclo de vida del software.....	41
4.3	Relaciones entre las medidas.....	42
4.4	Niveles de puntuación para métricas.....	44

Índice de tablas

Tabla	Nombre	Pág.
2.1	Comparativo de los modelos de calidad.....	9
3.1	Características y subcaracterísticas incluidas en el modelo de calidad.....	22
3.2	Métricas internas incluidas en el modelo.....	25
4.1	Descripción del Caso de Uso Impresión de Archivos.....	31
4.2	Descripción del Caso de Uso cancelar datos.....	32
4.3	Descripción del Caso de Uso modificar archivo.....	32
4.4	Descripción del Caso de Uso abrir archivo.....	33
4.5	Descripción del Caso de Uso captura de datos.....	33
4.6	Descripción del Caso de Uso menú ayuda.....	34

Glosario

Atributo: Una propiedad física o abstracta mensurable de una entidad.

Aplicación Web: son aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web (HTML, JavaScript, Java, etc.) en la que se confía la ejecución al navegador.

Aplicación Internet: es la nueva generación de las aplicaciones y es una tendencia ya impuesta por empresas como Macromedia, Sun o Microsoft que se encuentran desarrollando recursos para hacer de este tipo de aplicaciones una realidad. Estas aplicaciones están basadas en plataformas J2EE o .NET, con un front-end Flash o Java swing y utilizan una arquitectura Cliente/Servidor asíncrona, segura y escalable, junto con una interfaz de usuario Web.

Calidad: La totalidad de las características de un entidad que nacen de su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas.

Calidad de software: es el cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño explícitamente establecidos, de los estándares de desarrollo explícitamente documentados y de las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente.

Característica o criterio: Son propiedades del software, que permiten describir y evaluar su calidad.

Corrección: El grado en que el programa cumple con su especificación y satisface los objetivos que propuso el cliente.

Cualimétrico: Modelo que establece la definición de requerimientos y la elaboración de los procedimientos y de las herramientas para garantizar que sea alcanzado el nivel de calidad de un producto.

Desarrollador: Organización que realiza actividades de desarrollo (incluyendo análisis de requisitos, diseño y prueba mientras dura la aceptación) durante el proceso de ciclo de vida del software.

Dispositivo: El término dispositivo se utiliza como sinónimo de aparato.

Dispositivo móvil: son aparatos de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, móviles o no, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales.

Escala: Un conjunto de valores con propiedades definidas.

Evaluación de calidad: Examinación sistemática del grado al cual una entidad es capaz de cumplir los requisitos especificados.

Facilidad de mantenimiento: El esfuerzo necesario para localizar y corregir un error en un programa.

Facilidad de prueba: El esfuerzo que demanda probar un programa con el fin de asegurar que realiza su función.

Facilidad de uso: El esfuerzo necesario para aprender, operar y preparar los datos de entrada de un programa e interpretar la salida.

Fiabilidad: El grado en que se esperaría que un programa desempeñe su función con la precisión requerida.

Flexibilidad: El esfuerzo necesario para modificar un programa en operación.

Integridad: El grado de control sobre el acceso al software o los datos por parte de las personas no autorizadas.

Interoperabilidad: Capacidad del producto de software para interactuar con uno o más sistemas específicos.

Medición: Es el acto de determinar una medida.

Medida: proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, la cantidad, la dimensión, la capacidad o el tamaño de algún atributo de un producto o proceso.

Métrica: Método y escala de medición definidos.

Metodología: Se refiere a los métodos de investigación que se siguen para alcanzar una gama de objetivos en una ciencia.

Métricas. Son los estándares de medición que se aplican a los atributos del software en cada una de sus etapas para hacer la evaluación y determinar el grado de calidad existente del software.

Modelo: Abstracción de la realidad; representación simplificada de algunos fenómenos del mundo real.

Modelo de calidad. Conjunto de características y de relaciones entre ellas, que proporcionan las bases para especificar los requisitos de calidad y evaluar la calidad.

Norma. Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado.

NYCE: Normalización y Certificación Electrónica A. C., NYCE, Asociación civil sin fines de lucro creada en noviembre de 1994 por un grupo de empresas líderes de los sectores de Electrónica, Telecomunicaciones y Tecnologías de Información de México,

convencidas de la necesidad de contar con un organismo de jurisdicción nacional que tomara en cuenta sus necesidades, en la certificación del cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a los productos de la rama.

Producto software: El conjunto de programas informáticos, procedimientos, y posiblemente documentación y datos asociados.

Reusabilidad: El grado en que un programa (o partes de él) puede reutilizarse en otras aplicaciones.

Sistema: Ensamble de partes interrelacionadas para alcanzar un propósito común, asignado o propio.

Sistema de información: Conjunto de elementos que interactúan entre sí, con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio.

Software: Todo o parte de los programas, procedimientos, reglas y documentación asociada de un sistema de proceso de información.

Subcaracterística: Son las particularidades que se generan de las características y que describen sus requisitos implícitos y explícitos preestablecidos por el productor y por el cliente respectivamente.

Transportabilidad: El esfuerzo necesario para transferir el programa de un entorno de hardware o software a otro.

Usuario: Individuo que utiliza el producto software para ejecutar una función específica.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Actualmente, existe una profunda transformación digital en el mundo de la información: la aparición y evolución de la red Internet y de la World Wide Web a principios de la década de los años noventa está teniendo un importante impacto, en el desarrollo social, económico y cultural de las sociedades modernas.

En muchas entidades, el despliegue de las aplicaciones comerciales y los contenidos Web para los dispositivos móviles se ha convertido en un requisito básico.

En el mundo existen más de cuatro mil millones de aparatos de telefonía móvil (Navalon, 2009), lo que equivale a 598 celulares por cada mil habitantes. En México, por ejemplo, hay 625 celulares por cada mil. En otros países más ricos y con una población menor, hay más teléfonos que humanos; es el caso de España, donde hay 109 por cada cien.

En un estudio realizado en Europa, se entrevistaron a 18,000 personas de países como Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido; pretendiendo estudiar las actividades de los usuarios de dispositivos móviles, las características de sus dispositivos y los servicios que se les ofrecían (Estadísticas, 2005).

Algunos de los resultados fueron:

- El 80% de la población de los países encuestados tiene un teléfono móvil.
- Unos 17 millones de usuarios acceden a Internet desde su dispositivo móvil en Europa.
- Más del 60% de los usuarios de móviles de entre 16 y 24 años tienen un teléfono capaz de conectarse a Internet, aunque sólo el 18% de ellos utiliza este servicio.
- Internet móvil no ha llegado a ser aún parte de la vida diaria de los usuarios: tres cuartos de los usuarios de Internet en móviles, navegan menos de una vez por semana.

Los dispositivos móviles actuales presentan las siguientes particularidades:

- Dificultades en la comunicación con el humano: pantallas chicas, dispositivos de entrada lentos.
- Interfaces complejas de los menús.
- Gráficos de poca calidad.
- Falta de información relevante y/o interesante.
- Inexistencia de estándares.

En España la *Consultoría de Usabilidad y Diseño centrado en el usuario* (consultoría, 2001), propuso la *Iniciativa para la Web en móviles* centradas en el usuario que desde noviembre de 2001, ofrecen soluciones para mejorar la experiencia de las personas en cualquier tipo de interfaz (sitios Web, intranets, terminales financieros, cajeros, dispositivos móviles).

Para establecer el método preferido por los usuarios para navegar en las pequeñas pantallas de los teléfonos móviles, esta Consultoría busca participantes para realizar una prueba de usuarios que ayude a definir las mejores prácticas y pautas que serán uno de los entregables que se publicarán, para ayudar a los creadores de contenidos a construir sistemas de información Web accesibles desde los móviles, basados en estándares.

Por otro lado, en nuestro País la empresa (Softelligence, 2006) desarrolla aplicaciones para dispositivos móviles a la medida de las necesidades de sus clientes, algunas de estas son:

- Seguridad pública
- Aseguradoras
- Mensajería
- inventarios

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática que lleva a plantear un Modelo para la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles, es la carencia de normas o estándares y modelos que regulen la calidad del desarrollo de sistemas en estos dispositivos.

Cada vez son más las aplicaciones que pueden realizarse desde un dispositivo móvil, entre ellas:

- Compras
- Mapas y navegación
- Búsqueda, acceso tradicional a Internet
- Comunicaciones, Chat de texto
- Aplicaciones corporativas

Y al trabajar con ellas, algunas de las limitantes encontradas son:

- Interfaces complejas de los menús
- Gráficos de poca calidad
- Pantallas chicas
- Dispositivos de entrada lentos
- Dificultades tecnológicas: menor velocidad de procesamiento
- Inexistencia de estándares
- Diseño de interfaces y de interacción pobres

Características que pueden ser consideradas, en cada fase del desarrollo de un sistema de información o una aplicación orientada a ser utilizada en un dispositivo móvil.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un Modelo Cualimétrico para evaluar la Calidad de los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles, tomando en cuenta las etapas del ciclo de vida del software, siguiendo los lineamientos de estándares nacionales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar una norma mexicana y tomarla como referencia y base para desarrollar el modelo cualimétrico propuesto.
- Elaborar un modelo con el objetivo de orientar a los desarrolladores de sistemas de información a crear Sistemas Web para que estos funcionen correctamente en móviles, de acuerdo a las limitantes que éstos poseen.
- Seleccionar y proponer atributos para medir la calidad de los sistemas de información hechos para móviles.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Existen estándares Nacionales basados en estándares internacionales de la ISO/IEC que evalúan procesos de software, ejemplo de ellos son: la NMX-I-006-NYCE que proporciona una guía de como realizar “La evaluación de los procesos” o la norma NMX-I-059-NYCE que habla sobre “Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software”, pero ninguno plantea una metodología específica que evalúe la calidad del software de los sistemas de información en dispositivos móviles y que incluya o proporcione una plantilla que facilite a los desarrolladores de sistemas de información para estos dispositivos, tomar en cuenta criterios que estos deben incluir y que garanticen el manejo y acceso a la información, pese a sus limitaciones de tamaño.

Por ello, resulta conveniente elaborar y proponer un Modelo Cualimétrico de Calidad específico para los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles sin dejar de lado normas nacionales y estándares internacionales ya establecidos, lográndose un avance significativo en un área que cada vez toma más importancia en las empresas, tanto por el uso de los diversos dispositivos que les permite llevar información a todas partes, como por los sistemas que les permiten el manejo de sus datos en forma oportuna y adecuada, en la atención de clientes, proveedores y para competir calificadamente en los mercados de hoy día.

Este modelo cualimétrico está dirigido para los evaluadores responsables del producto software en cuestión, así como también para desarrollares, evaluadores independientes y compradores.

Cabe mencionar que se han seleccionado normas mexicanas para la elaboración de la presente tesis debido a que la asociación de Normalización y Certificación Electrónica A.C., (NYCE) las proporcionó a la Biblioteca del Centro de Investigación en Computación (CIC), como un Acervo Informativo, que permita a los estudiantes consultarlas y emplearlas en sus desarrollos de tesis de posgrado, gracias a la participación de la directora de este trabajo en su desarrollo como NMX (Norma Mexicana), producto del trabajo realizado dentro del Subcomité TINF2: Software del Comité Técnico de Normalización Nacional de Tecnologías de la Información de NYCE, en nombre del CIC del Instituto Politécnico Nacional. Recalcando que toda NMX elaborada se encuentra basada y respaldada totalmente por estándares internacionales.

1.5 BENEFICIOS ESPERADOS

Al realizar esta investigación, se espera aportar un modelo donde se evalúe la calidad de los sistemas de información, específicamente para dispositivos móviles y por lo tanto, proporcionar a los desarrolladores de software una serie de especificaciones para el diseño de los sistemas de información Web y como consecuencia mejorar y satisfacer la experiencia de los usuarios al manejar dichos dispositivos.

1.6 ALCANCES Y LÍMITES

1.6.1 Alcances

La creación de un modelo aplicado a los sistemas de información que se desarrollan para dispositivos móviles basado en estándares que evalúen la calidad de dichos sistemas y por lo tanto, se pretende corregir de la mejor manera posible, deficiencias en los desarrollos de sistemas de información para dispositivos móviles, como por ejemplo,

lograr interfaces adecuadas para menús, gráficos de buena calidad, aportar soluciones para una mejor visualización en las pantallas, una mejor interacción con los usuarios de estos dispositivos y sobre todo, como ya se mencionó lograr una mejor práctica del desarrollo de aplicaciones Web orientadas a dispositivos móviles y que a su vez, estén basados en estándares.

1.6.2 Límites

Debido a que las empresas desarrolladoras de software consideran que el software orientado a dispositivos móviles, no debe tener ninguna consideración especial, es difícil tratar que consideren modelos que les cambien la visión de su trabajo.

Organización de la tesis

El documento de tesis se organiza de la siguiente manera:

En el capítulo 1, se presentan la introducción y los antecedentes relativos al trabajo a desarrollar; el planteamiento del problema, los objetivos de esta investigación, su justificación, beneficios esperados, los alcances y límites.

En el capítulo 2, se muestra el Marco Teórico sobre el cual se encuentra desarrollado este trabajo; modelos existentes en ingeniería de software, ingeniería Web, dispositivos móviles, aplicaciones de ingeniería Web en los dispositivos móviles, pruebas realizadas a las aplicaciones Web, características de calidad a medir en sistemas de información Web, también se incluyen las generaciones de Internet, aplicaciones, conectividad y seguridad requerida en dispositivos móviles.

En el capítulo 3 se describe una parte de la norma mexicana NMX-I-084-NYCE, que es la base para el desarrollo del modelo cualimétrico.

En el capítulo 4 se presenta el modelo cualimétrico para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles con sus 4 fases; Establecer los requisitos de la evaluación, especificar la evaluación, diseñar la evaluación y ejecutar la evaluación.

En el capítulo 5, se representa por medio de diagramas de casos de uso y diagramas de secuencia el análisis y el diseño del modelo cualimétrico.

En el capítulo 6, se muestran las pruebas y resultados obtenidos.

En el capítulo 7, se presentan las conclusiones obtenidas de esta tesis.

1.8 RESUMEN DEL CAPITULO

Hasta el día de hoy para desarrollar sistemas de información que serán usados en móviles, se han seguido las pautas del desarrollo de software tradicional, omitiendo detalles de lo que implica visualizar información en pequeñas pantallas.

Por esta razón se propone un modelo de calidad que considere las peculiaridades de los dispositivos móviles. Por eso es importante la evaluación de software para ver si este cumple con la satisfacción del cliente, ya que esta se relaciona directamente con la calidad.

Para desarrollar el modelo de calidad propuesto, siempre se tendrán presentes los objetivos, alcances y beneficios mencionados.

En el capítulo 2 se presentan los fundamentos teóricos de algunos modelos cualimétricos que evalúan software y portales Web, mencionando las características de cada uno de ellos ya que son los elementos base de esta tesis.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MODELOS CUALIMÉTRICOS

2.1.1 Modelo Mc Call

McCall descompone el concepto de calidad en propiedades más sencillas de medir y de evaluar.

El modelo de McCall (Cavano, 1978) se basa en la descomposición del concepto de calidad en tres usos importantes de un producto de software desde el punto de vista del usuario:

- Características de operación
- Capacidad para soportar cambios
- Adaptabilidad a nuevos entornos

Cada capacidad se descompone en una serie de factores: facilidad de uso, integridad, fiabilidad, corrección, flexibilidad, facilidad de prueba, facilidad de mantenimiento, transportabilidad, reusabilidad e interoperabilidad.

Cada factor se descompone en criterios o propiedades internas del software que determinan su calidad: facilidad de operación, facilidad de comunicación, facilidad de formación o aprendizaje, control de accesos, facilidad de auditoría, eficiencia de ejecución, eficiencia de almacenamiento, exactitud o precisión, consistencia, tolerancia a fallas, modularidad, simplicidad, completitud, facilidad de traza, autodescripción, capacidad de expansión, generalidad, instrumentación, independencia entre sistema y software, independencia del hardware, compatibilidad de comunicaciones y compatibilidad de datos.

Mc Call define el factor de calidad como:

$$F_C = C_1 \times m_1 + C_2 \times m_2 + \dots + C_n \times m_n$$

Donde los C_i son los coeficientes de regresión y las m_i son las métricas que afectan al factor de la calidad.

Estos criterios pueden ser evaluados mediante un conjunto de métricas, las que se pueden calcular observando directamente el software. Para cada criterio McCall propuso una serie de métricas, aunque, muchas de ellas sólo pueden ser medidas en forma subjetiva. Las métricas pueden estar en forma de listas de comprobaciones, para obtener el grado de los atributos específicos del software. Mc Call propuso un esquema de graduación mediante una escala que va de cero (bajo) a 10 (alto) y utiliza como métricas los criterios o propiedades internas del software citados anteriormente.

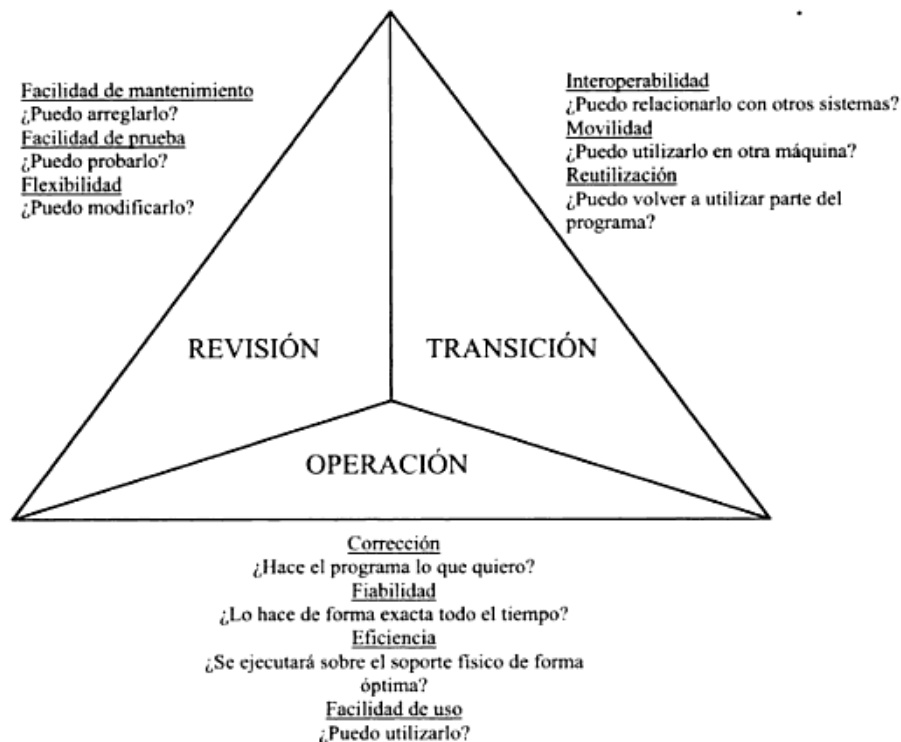


Figura 2.1 Modelo de calidad de software propuesto por McCall

2.1.2 Modelo de Boehm

El modelo de Boehm (Boehm, 1976) ubica al software desde 2 perspectivas, utilidad y mantenibilidad. Boehm puntualizó que el producto software debe ser útil, es decir, que sirva para un fin u objetivo que sea de provecho; por tal razón plantea en su modelo la presencia de un usuario final, quien recibe los beneficios de la utilidad y por otro lado, está la perspectiva del usuario de mantenimiento quien adapta el producto de acuerdo a los requerimientos del usuario final. Partiendo de ese enfoque se estructuraron 3 niveles:

En el primer nivel se pueden apreciar dos puntos de vista, el primero (del usuario final), donde se encuentran las propiedades del software que pueden ser cuantificables, en este caso es preciso que el programa sea Portable (portability) a cualquier plataforma de hardware o sistema operativo, Fiable (Reliability), Eficiente (Efficiency), la Ingeniería humana (Human engineering) definida como la capacidad de perfecta comprensión del usuario con respecto al software. El segundo punto de vista (del usuario de mantenimiento), es la habilidad del programador para probar, entender y modificar el software. Se consideran además los criterios de Prueba (Testability), Claridad (Understandability) y Facilidad de modificación (Modificability), con el propósito de administrar correctamente el proceso y el resultado de las funciones, facilitar el buen desempeño de éstas para finalmente localizar y corregir los errores sin afectar la estructura básica del sistema.

El segundo nivel, conocido como criterios y atributos, se deriva de las propiedades del software. En este nivel se encuentra el programador primitivo, que realiza cambios o corrige errores detectados en el sistema con el propósito de cubrir todos los requerimientos implícitos y explícitos establecidos por el productor y por el cliente respectivamente.

En el tercer nivel se encuentran las métricas representadas como unidades mínimas de medición. Éstas se requieren para determinar el valor de los criterios del segundo nivel.

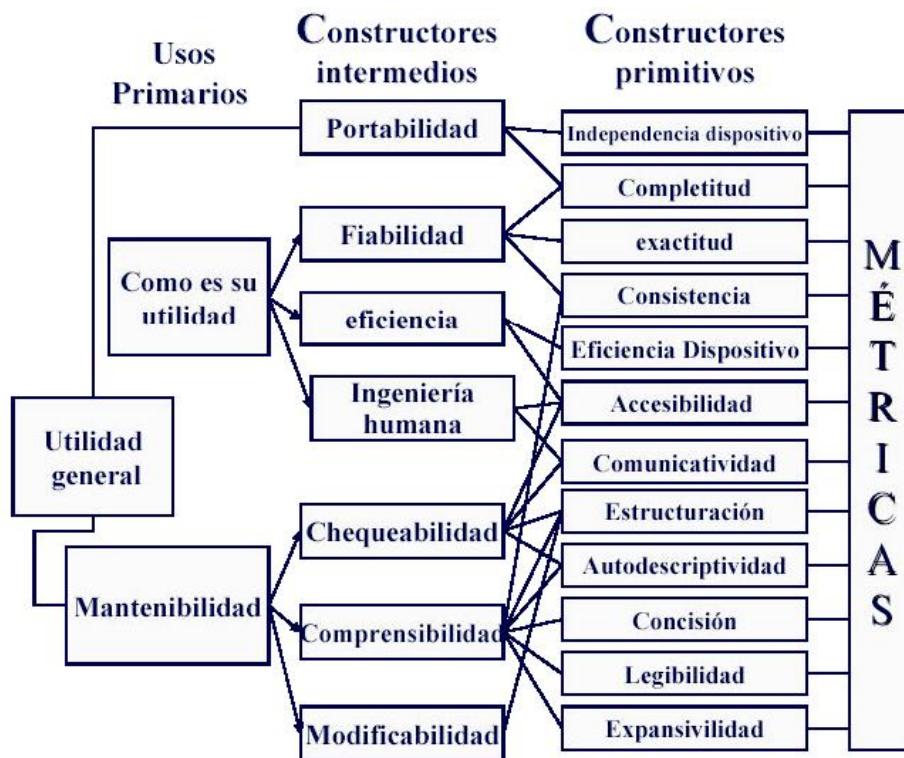


Figura 2.2 Niveles del modelo de Bohem

2.1.3 Modelo MECA

El modelo MECA (*Modelo de Evaluación de la Calidad*) (Cuevas, 2003) propone una metodología para el aseguramiento de la calidad del producto software, esta metodología sugiere la creación de un comité para la evaluación de la calidad de productos software, característica que otros modelos no consideran.

La metodología examina al software a través de las etapas del ciclo de vida, hecho por el cual la hace consistente. Considera que cada etapa tiene como resultado una faceta diferente del mismo producto; por esta razón, le da un tratamiento independiente a cada una, evaluando el número de elementos del software, como etapas que surjan en él.

Otra particularidad del modelo MECA es considerar que la documentación del software forma parte del mismo, por lo que se trata de un producto más y se evalúa de forma separada.

Las etapas del ciclo de vidas planteadas y que el modelo MECA implementa son:

- Estudio, análisis o investigación preliminar
- Análisis y determinación de los requerimientos del software
- Diseño
- Prueba de aceptación
- Mantenimiento y
- Evaluación de la documentación de soporte del software

Desde el punto de vista de diseño, el modelo se organiza mediante la estructura arborescente de tres niveles; al igual que otros en el primer nivel se encuentran las características, en el segundo las subcaracterísticas y en el tercero, los atributos o métricas.

Desde el punto de vista de gestión, el modelo ofrece una estructura basada en papeles, en la cual se plantea la organización de un comité dedicado al Aseguramiento a la calidad del software en la empresa, uno de los papeles que se deriva del comité es el Administrador, quien registra a los evaluadores y proyectos de la empresa o institución; el segundo papel es el evaluador, que a su vez se clasifica en Evaluador Formal, Evaluador Informal y Usuario o Cliente final.

2.1.4 NMX-I-006-NYCE

Es una norma o estándar mexicano, que fue publicado por NYCE (*Normalización y Certificación Electrónica A.C.*), que es un Organismo de la Secretaría de Economía y que proporciona, un marco de referencia para la evaluación de los procesos y establece los requisitos mínimos para realizar una evaluación, con el fin de asegurar la

consistencia y repetibilidad de las calificaciones de la evaluación. La evaluación del proceso se puede aplicar en las siguientes circunstancias:

- Mediante o en representación de, una organización con el fin de comprender el estado de sus propios procesos para la mejora del proceso.
- Mediante o en representación de, una organización con el fin de determinar la capacidad de los procesos de otra organización para un contrato específico o clase de contratos, o para determinar la capacidad de sus propios procesos para un requisito específico o clase de requisitos.
- Esta Norma es una guía sobre cómo utilizar una evaluación conforme del proceso dentro de un programa de mejora del proceso o dentro de cada tipo de determinación de la capacidad del proceso.

La Norma se divide en 4 partes:

[NMX-I-006/01-NYCE-2006] expone una introducción general sobre los conceptos de la evaluación del proceso y un glosario de términos relacionados con la evaluación.

[NMX-I-006/02-NYCE-2006] establece los requisitos para realizar una evaluación que asegure la consistencia y la repetibilidad de las calificaciones. Los requisitos ayudan a asegurar que el resultado de la evaluación sea autoconsistente y que proporcione evidencia para avalar las calificaciones, y para verificar que se cumpla con los requisitos.

[NMX-I-006/03-NYCE-2006] proporciona una guía para interpretar los requisitos necesarios para realizar una evaluación.

[NMX-I-006/04-NYCE-2006] identifica la evaluación del proceso como una actividad que se puede realizar como parte de la iniciativa de mejora de un proceso, o como parte de un método para determinar la capacidad. El propósito de la mejora del proceso es mejorar continuamente la efectividad y eficiencia de la organización, mientras que el propósito de la determinación de capacidad del proceso es identificar las fortalezas, debilidades y riesgos de, los procesos seleccionados con respecto a un requisito

específico en particular, a través de los procesos empleados y su adaptación a la necesidad del negocio.

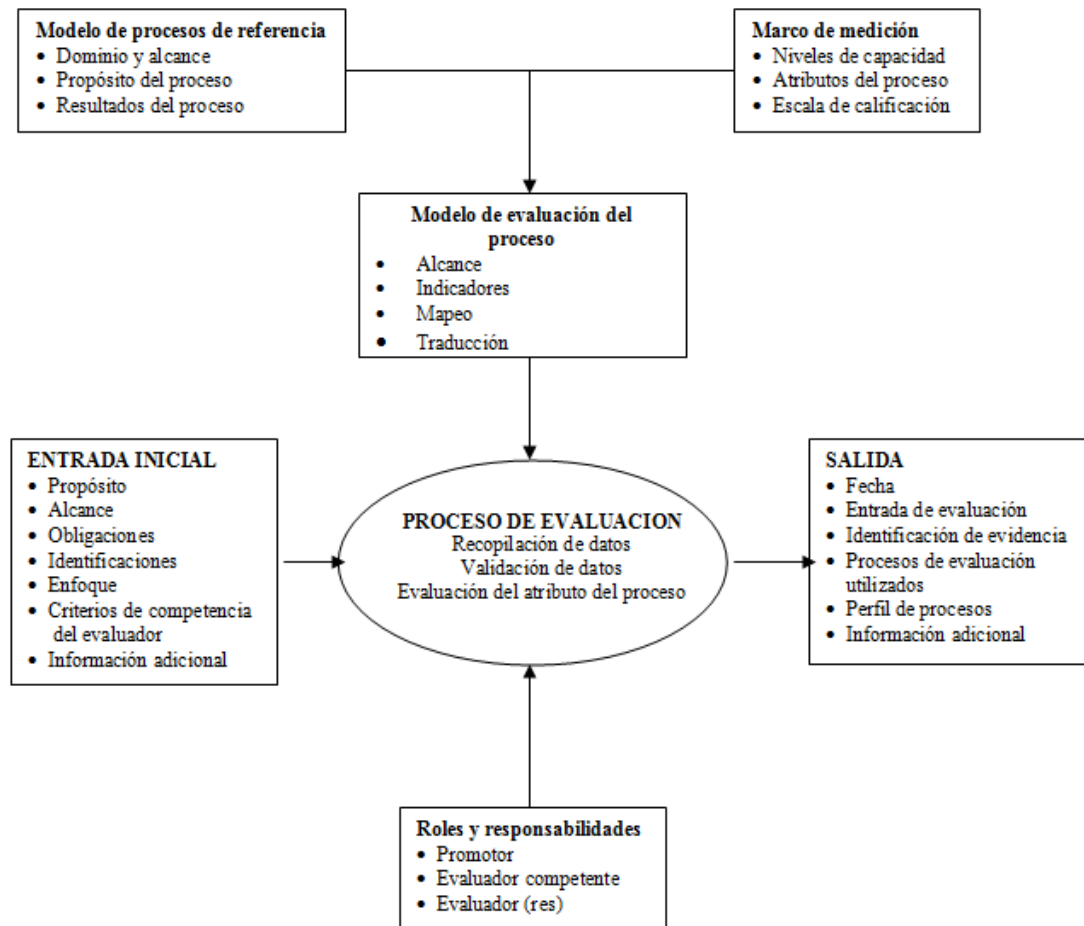


Figura 2.3 Marco de referencia para la evaluación de los procesos propuesta por NMX-I-006-NYCE

2.1.5 NMX-I-055/NYCE

Es una norma o estándar mexicano, que fue publicado por NYCE (*Normalización y Certificación Electrónica A.C.*) que es un Organismo de la Secretaría de Economía y se divide en 4 partes que son:

(NMX-I-055/01-NYCE-2006) define los términos para las características de calidad del software y como esas características se dividen a su vez en subcaracterísticas.

(NMX-I-055/02-NYCE-2006) define las métricas externas, pueden usarse para medir la calidad del producto software, midiendo el comportamiento del sistema del cual forma parte. Las métricas externas solo pueden usarse durante las etapas de pruebas de proceso de ciclo de vida y durante cualquier etapa operacional.

(NMX-I-055/03-NYCE-2006) define las métricas internas, estas pueden aplicarse en un producto software no ejecutable durante su etapa de desarrollo (solicitud de propuesta, definición de requisitos, especificación de diseño o código fuente), se predice la calidad del producto final.

(NMX-I-055/04-NYCE-2006) define las métricas de calidad en uso, estas miden si un producto cumple con las necesidades de usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso.

2.1.6 Modelo SATC

El modelo SATC (*Software Assurance Technology Center, Centro de Tecnología del Aseguramiento del Software*) fue establecido en 1992 (SATC, 1992) como parte de la oficina de la confiabilidad y de la seguridad de los sistemas en el centro de vuelos espaciales de la NASA (*Nacional Aeronautics and Space Administration, Agencia Nacional de Aeronáutica y el Espacio*) Goddard (GSFC). El SATC fue fundado con el intento para convertirse en un centro de la excelencia en aseguramiento del software, dedicado a llevar a cabo mejora en la calidad y la confiabilidad del software desarrolladas para la NASA en GSFC.

El modelo SATC reconoce la existencia de dos criterios:

- El que “trabaja bastante bien” y
- El que está “disponible cuando se necesita”

El criterio “bastante bien” significa que sus interfaces funcionan, es decir, cumplen los requisitos para los que fueron creados y además se añaden otros como Fiabilidad, Mantenibilidad, Reusabilidad y Corrección.

El criterio “Disponible cuando se necesita” se refiere a que la ejecución del software es dependiendo de la tarea que realiza, de tal manera que los retrasos en la disponibilidad de otro software, podría hacer lento el proceso del primero y por tanto, posponer sus objetivos.

2.2 Modelos de calidad para portales Web

El éxito de los portales Web (Calero, 2008) se ha incrementado con el tiempo, de tal manera que un usuario puede elegir entre una amplia variedad de portales. Por lo tanto, la presencia de un portal en Internet dependerá de su calidad.

Un portal es un sitio que consolida la presencia de una variedad de información y servicios, por ejemplo, búsqueda, noticias, correo electrónico, grupos de discusión, y el comercio electrónico. El objetivo de los portales Web es seleccionar, organizar y distribuir el contenido (información, u otros servicios y productos) con el fin de satisfacer a sus usuarios / clientes.

Aunque inicialmente el término se utiliza para referirse a los sitios Web de uso general, como Yahoo, que cada vez mas se utiliza para referirse a los sitios Web verticales con características de personalización/adaptación, facilidad de uso de plataforma cruzada, acceso distribuido, gestión, y seguridad de la información y servicios dentro de una empresa/industria, y, por tanto, se les denomina empresa, corporación, o portales verticales.

En los últimos años, el número de portales Web ha crecido, de tal manera que hoy en día se ofrecen una amplia variedad de portales. En consecuencia, los usuarios del portal tienen que elegir entre un portal entre varios cientos de posibilidades. Por lo tanto, el éxito de un portal depende de los clientes que utilizan y que regresan a sus sitios, porque si un nuevo portal pone un sitio competente de mayor calidad, los clientes casi de inmediato pasan sus visitas al nuevo sitio, una vez que se descubre.

A medida que más personas utilizan los portales Web, la calidad de estos se ha convertido en una cuestión importante para los propietarios a fin de satisfacer a sus usuarios.

A continuación se presentan propuestas de modelos de calidad para portales web.

2.2.1 Modelo de calidad para portales

En (Moraga et al, 2004) se propone un modelo de portales, es decir, PQM (Modelo de Calidad para Portales, por sus siglas en inglés). Este modelo se ha realizado utilizando como base el modelo SERVQUAL (Evaluación de la calidad del servicio), presentado por (Parasuraman et al, 1998) y la GQM (Objetivo/Pregunta/medida) método (Basili et al, 1994).

Las diferentes dimensiones del modelo SERVQUAL fueron adaptadas al contexto del portal, y algunos de ellos están divididos en sub dimensiones, a fin de crear un modelo de calidad para portales Web. Como resultado final, las dimensiones identificadas para la PQM modelo son:

- **Tangible:** Característico del portal que indica si contiene todos los software y hardware de las infraestructuras necesarias, de acuerdo con su funcionalidad.

Las subcaracterísticas son:

- **Adaptabilidad:** Capacidad del portal para adaptarse a los diferentes dispositivos (por ejemplo, PDA, PC, teléfonos móviles, etc.)
 - **Acceso transparente:** La capacidad del portal para proporcionar acceso a los recursos, al mismo tiempo, aislar al usuario de su complejidad.
-
- **Fiabilidad:** Capacidad del portal para realizar sus funciones adecuadamente. Además, esta característica se verá afectado por:
 - la tolerancia a fallos: Capacidad del portal para mantener un determinado nivel de rendimiento en caso de fallas de software (por ejemplo, un fallo en el envío de información o la ejecución de un puesto de trabajo).

- la utilización de los recursos: Capacidad del portal para ofrecer sus recursos para el usuario según su perfil o función particular o privilegios.
 - Disponibilidad: Capacidad del portal para estar siempre operativo, de modo que los usuarios pueden acceder a ella y utilizarla en cualquier momento y lugar
 - Búsqueda de la Calidad: Adecuación de los resultados que proporciona el portal al realizar una búsqueda / solicitud hecha por el usuario.
- **Capacidad de respuesta:** la voluntad del portal de ayudar y aportar su funcionalidad en una forma inmediata a los usuarios. En esta característica, las subcaracterísticas son:
- Escalabilidad: La capacidad del portal para adaptarse sin problemas a aumentar el volumen de trabajo que se suceden como resultado de usuarios adicionales, un aumento en el volumen de tráfico, o la ejecución de las operaciones más complejas.
 - Velocidad: Capacidad del portal a permanecer dentro de los límites de tiempo de respuesta tolerada por los usuarios del portal.
- **Empatía:** Capacidad del portal para proporcionar el cuidado y atención individual. Esta dimensión tiene las siguientes subcaracterísticas:
- Navegación: Simplicidad e intuitividad de las rutas de navegación por el portal.
 - Presentación: La claridad y la uniformidad de la interfaz.
 - Integración: Grado de coherencia global del portal después de lograrse la inclusión de los componentes que componen el portal. Todos los componentes del portal deben integrarse de forma coherente.
 - Personalización: El portal de la capacidad para adaptarse a las prioridades del usuario.
- **Calidad de los datos (DQ):** Esta característica se define como la calidad de los datos contenidos en el portal. Tiene cuatro subcaracterísticas:
- intrínseca DQ: El grado de cuidado en la creación y preparación de la información.
 - Representación DQ: El grado de cuidado en la presentación y organización de la información para los usuarios.

- **Accesibilidad DQ:** Grado de libertad que los usuarios tienen que utilizar los datos, definir o redefinir la forma en que la información es de entrada, procesada o que se les presenten.
 - **contextual DQ:** Grado en que la información proporcionada se ajusta a las necesidades de los usuarios.
- **Seguridad:** Capacidad del portal para prevenir, reducir, y responder adecuadamente a los ataques maliciosos. Sus subcaracterísticas son:
- **Control de acceso:** Capacidad del portal para permitir el acceso a sus recursos únicamente a personas autorizadas. Así, el portal debe ser capaz de identificar, autenticar y autorizar a sus usuarios.
 - **Control de Seguridad:** Capacidad del portal para llevar a cabo la auditoría de la seguridad y la de detectar ataques. La auditoría de la seguridad muestra el grado en que el personal de seguridad están habilitadas para auditar la situación y el uso de mecanismos de seguridad mediante el análisis de acontecimientos relacionados con la seguridad. Además, busca la detección de ataque para detectar, registrar y notificar intentos de ataques, así como los ataques con éxito.
 - **Confidencialidad:** Capacidad para proteger la privacidad de los usuarios.
 - **Integridad:** Capacidad del portal para proteger a los componentes (de datos, hardware y software) de o por modificaciones no autorizadas.

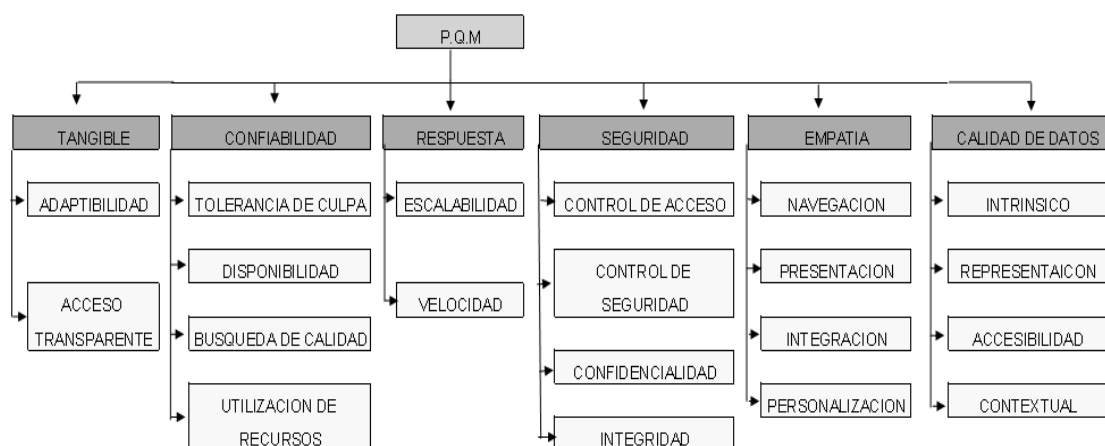


Figura 2.4 Resumen de las características y sub características PQM

2.2.2 Un instrumento para medir la calidad del servicio percibida del usuario.

El objetivo de (Yang et al, 2004) es desarrollar y validar un instrumento para medir la calidad percibida por el usuario del servicio global de portales Web de la propiedad intelectual (La presentación de la información en sitio Web).

Según (Eisenmann et al, 2000) un portal Web de propiedad intelectual es "un sitio que ofrece a los usuarios con información en línea y servicios relacionados con la información, tales como las funciones de búsqueda, características de la construcción de la comunidad, las ofertas de comercio, de aplicaciones de productividad personal, y un canal de comunicación con el propietario del sitio y los usuarios de pares. "

Los autores adoptan el modelo de adopción de tecnología (TAM) y consideran que un portal de propiedad intelectual en Internet es un sistema de información (IS). Por estas razones, los siguientes fundamentos conceptuales se tienen en cuenta (Figura 2.5):

- **Información de calidad (IQ):** basada en la Web, la información se define como " la percepción de los usuarios de la calidad de la información presentada en un sitio Web." En este punto, las dimensiones se clasifican en:
 - Utilidad del contenido: el valor, la fiabilidad, la moneda, y la exactitud de la información.
 - Adecuación de la información: Extensión de la exhaustividad de la información.
- **Sistema de calidad (SC):** Se refiere a los clientes la percepción de un sitio Web en el rendimiento de recuperación de información y entrega. Factores se clasifican en cuatro dimensiones:
 - Usabilidad: Esto se relaciona con la facilidad de uso. En este sentido, han sido identificados diversos factores: la disposición y clasificación de contenido, la estructura del sitio Web, la interfaz de usuario, la apariencia del sitio Web y el diseño visual, intuitividad, legibilidad / comprensión / la claridad, de búsqueda, y la facilidad de navegación.
 - Accesibilidad: Los clientes esperan que los servicios basados en Web que estén disponibles en todo momento y también el deseo de acceso rápido en el

acceso, búsqueda y descarga de páginas Web. Esta dimensión implica dos aspectos: la disponibilidad y capacidad de respuesta.

- **Privacidad / Seguridad:** Algunas medidas son utilizados con frecuencia: los proveedores a fin de incluir las garantías de protección de datos personales, la confianza derivada de las promesas en el sitio, y la reputación de la organización.
- **Interacción:** Aunque utilizando un portal Web de propiedad intelectual es fundamentalmente un proceso de auto-servicio, los usuarios pueden todavía esperar recibir servicios personalizados.

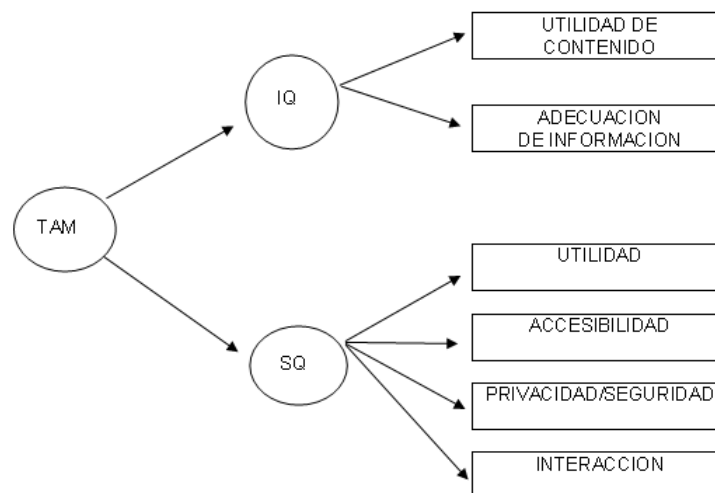


Figura 2.5 Propuesta de fundamentos conceptuales y las dimensiones de calidad de la información que presentan los portales Web (Yang et al., 2004).

2.2.3 Un marco de evaluación flexible para Portales Web

(Sampson et al, 2004) presentan un marco de evaluación para abordar las múltiples dimensiones de portales web que pueden afectar a la satisfacción de los usuarios.

Como primer paso, los autores definen varias dimensiones relacionadas con la satisfacción de los factores principales:

• **El contenido del portal Web:** Las dimensiones son:

- Satisfacción de los contenidos o la organización: Este aspecto se refiere a la categorización de la información a fin de que la búsqueda y la recuperación eficiente.
- Satisfacción de contenido o credibilidad: Este aspecto se refiere a la confianza y la fiabilidad de la información y el proveedor de contenido; y tiene múltiples facetas, tales como la precisión y la claridad del contenido y la fiabilidad, el reconocimiento y la reputación del autor o proveedor de contenido.
- La satisfacción o utilidad del contenido: Este aspecto se refiere a la atención de los contenidos, el uso de un lenguaje apropiado, y la utilidad de la información de acuerdo a las necesidades de la audiencia a quien va dirigido.
- Satisfacción de integración de contenido: Este aspecto se refiere a todos los servicios de contenidos relacionados con la integración de fuentes externas de información y la provisión de enlaces a recursos externos.

• **Diseño de un portal Web:**

- Satisfacción de arquitectura de la información: Está estrechamente relacionado con la organización de contenido. En este contexto, sin embargo, no se aborda desde la perspectiva del diseño del sistema, por lo que puede ser considerado independiente.
- Satisfacción de usabilidad: Direcciones de todas las cuestiones relacionadas con la interacción y navegación del usuario en el portal.
- Satisfacción de diseño gráfico: El diseño del portal web debe estar sujeta a revisiones periódicas y rediseños de vez en cuando, con el mínimo efecto posible a la operación del portal.
- Satisfacción de la integridad técnica y rendimiento: La dimensión relacionada con el correcto funcionamiento del portal web de servicios y el desempeño satisfactorio de los servicios en general.

- **Personalización:**

- Satisfacción de la personalización de la navegación: todas las cuestiones relacionadas con el ajuste de los mecanismos de navegación y las funciones a las necesidades de los usuarios individuales.
- Satisfacción de la personalización de la información / contenido: Todas las cuestiones relacionadas con la notificación a los usuarios sobre los nuevos contenidos adecuados y proporcionándoles información a la medida de sus necesidades y preferencias.
- Satisfacción de la personalización de la interfaz: Todas las cuestiones relacionadas con la adaptación de la interfaz a las necesidades y preferencias de los usuarios y las propiedades de sus equipos.

- **Soporte comunitario:** Con las siguientes dimensiones:

- Satisfacción de la comunicación de apoyo: Se refiere a las herramientas y servicios relacionados con la comunicación entre los miembros de una comunidad virtual.
- Satisfacción de la colaboración de apoyo: Relacionado a las herramientas y servicios que permitan el eficaz y eficiente la colaboración entre usuarios.

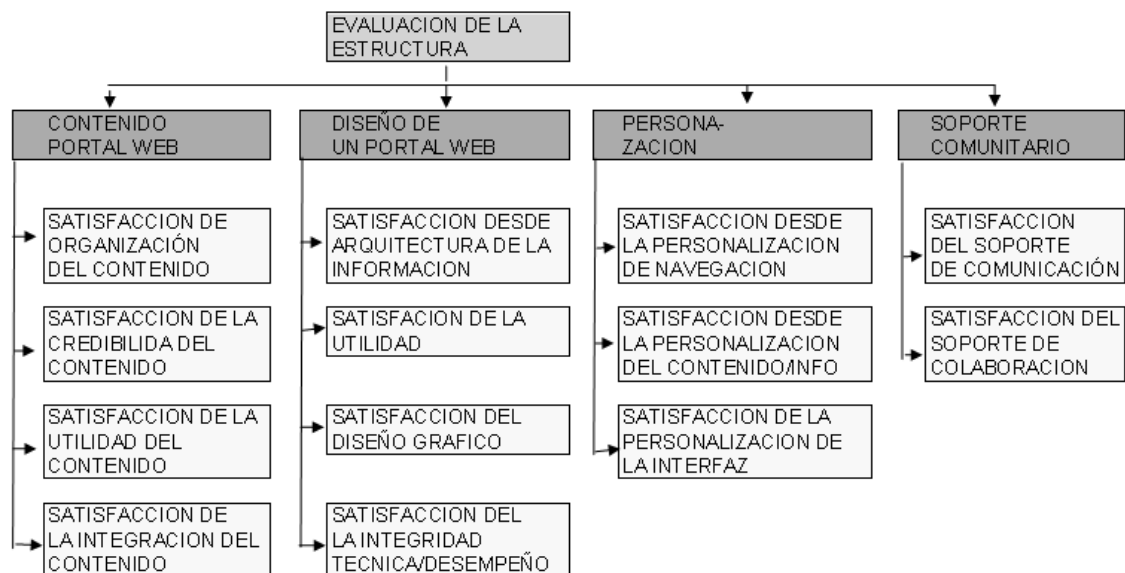


Figura 2.6. Marco de evaluación propuesto por Sampson y Manouselis (2004).

2.3 Comparativo entre los modelos existentes.

De los modelos estudiados, se ha elaborado una tabla (véase Tabla 2.1) para resaltar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, con el objetivo de tener una base para el Modelo a elaborar.

Tabla 2.1 Comparativo de los modelos de calidad

Características Subcaracterísticas	Mc Call 1977	Boehm 1978	Meca 2003	NMX-I-006- NYCE 2006	NMX-I-055- NYCE 2006	SATC 1992	PQM	YANG	SAMPSON Y MANOUSELIS
Integridad	✓						✓		
Fiabilidad	✓	✓	✓						
Flexibilidad	✓	✓							
Facilidad de prueba	✓	✓		✓	✓				
Facilidad de mantenimiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Reusabilidad	✓	✓	✓						
Interoperabilidad	✓			✓	✓				
Facilidad de operación	✓								
Facilidad de comunicación	✓	✓							
Facilidad de aprendizaje	✓								
Control de accesos	✓						✓		
Facilidad de auditoría	✓								
Eficiencia de ejecución	✓								
Exactitud	✓	✓		✓	✓				
Consistencia	✓								
Tolerancia a fallas				✓	✓				
Modularidad	✓								
Simplicidad	✓								
Compleitud	✓					✓			
Generalidad	✓	✓							
Portabilidad	✓	✓	✓	✓	✓				
Eficiencia	✓	✓	✓	✓	✓				

Claridad		✓							
Facilidad de modificación	✓			✓	✓				
Corrección						✓			
Funcionalidad				✓	✓				
Usabilidad	✓	✓	✓	✓	✓				✓
Confiabilidad	✓	✓	✓	✓	✓				
Comprensibilidad						✓			
Uso de los recursos				✓	✓	✓	✓		
Correctitud						✓			
Ambigüedad						✓			
Trazabilidad						✓			
Volatilidad						✓			
Efectividad de la implementación		✓				✓			
Comprobabilidad	✓	✓		✓	✓				
Elasticidad		✓							
Economía		✓							
Validez		✓							
Adaptabilidad	✓			✓	✓		✓		
Seguridad de acceso				✓	✓				
Madurez				✓	✓				
Recuperación				✓	✓				
Operatividad				✓	✓				
Atracción				✓	✓				
Comportamiento del tiempo				✓	✓				
Conformidad de eficiencia				✓	✓				
Estabilidad				✓	✓				
Facilidad para introducir cambios				✓	✓				
Conformidad de mantenibilidad				✓	✓				
Facilidad de instalación				✓	✓				
Facilidad de reemplazo				✓	✓				

Conformidad de portabilidad				✓	✓				
Co-existencia				✓	✓				
Facilidad de instalación				✓	✓				
Acceso transparente							✓		
Tolerancia de culpa							✓		
Disponibilidad							✓		
Búsqueda de calidad							✓		
Escalabilidad							✓		
Velocidad							✓		
Control de seguridad							✓		
Confidencialidad							✓		
Navegación							✓		
Presentación							✓		
integración							✓		
Personzalización							✓		
Intrínseco							✓		
Representación							✓		
Accesibilidad							✓	✓	
contextual							✓		
Utilidad de contenido								✓	
Adecuación de información								✓	
Utilidad								✓	
Privacidad/ seguridad								✓	
interacción								✓	
Satisfacción de contenidos u organización									✓
Satisfacción o utilidad del contenido									✓
Satisfacción de									✓

integración de contenido									
Satisfacción de arquitectura de la información									✓
Satisfacción de diseño gráfico									✓
Satisfacción de la integridad técnica y rendimiento									✓
Satisfacción de la personalización de la navegación									✓
Satisfacción de la personalización de la interfaz									✓
Satisfacción de la comunicación de apoyo									✓
Satisfacción de la personalización de la información/ contenido									✓
Satisfacción de la colaboración de apoyo									✓

El modelo McCall ubica a la calidad del producto software de acuerdo a su uso como: capacidad de operación, capacidad para ser modificado y en adaptabilidad. A su vez, estas características se descomponen en factores y los factores se descomponen en criterios, estos criterios pueden ser evaluados mediante métricas, con la finalidad de medir y evaluar la calidad de una manera más sencilla.

En cambio el modelo cualimétrico de Boehm clasifica tres niveles del producto software: usuario final, criterios y atributos y las métricas, con la finalidad de que el producto software sea útil y satisfaga al usuario final.

El modelo SATC establece su estructura basado en tres niveles: metas, atributos y métricas.

La norma mexicana NMX-I-006-NYCE proporciona una serie de requisitos para realizar una evaluación y la norma mexicana NMX -I-055-NYCE proporciona los requisitos necesarios para la evaluación de los productos software y la medición de los aspectos de calidad.

El modelo de calidad PQM, tiene como objetivo medir la calidad de los portales Web, y ha adaptado al modelo SERVQUAL (mide la calidad del servicio) como base para su creación.

El modelo propuesto por Yang, Cai y Zhou, mide la calidad percibida por los usuarios de portales Web, esta información es aprovechada por los administradores de dicho portal para informarse acerca de las preferencias de servicios de sus usuarios relacionados con las información o funciones de búsqueda.

Los autores Sampson y Manouselis presentan un modelo de evaluación para portales web midiendo los factores que pueden afectar a la satisfacción de los usuarios.

Cada uno de estos modelos se descomponen en características y subcaracterísticas (véase tabla 2.1) que se tomarán como base para la creación del modelo cualimétrico para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles.

2.4 RESUMEN DEL CAPITULO

En este capítulo se han visto algunos de los modelos de calidad de software como: el modelo de Boehm y Mc Call, ambos creados a final de la década de los años 70, también se habló sobre el modelo MECA (Modelo de evaluación de la calidad) desarrollado en Centro de Investigación en Computación y el modelo SATC (Centro de tecnología del aseguramiento del software) desarrollado por la NASA (Agencia Nacional de aeronáutica y el espacio), entre otros. También se revisaron algunos modelos de calidad para portales como los propuestos por Yang, Cai, Zhou, y Zhou en el año 2004 o el modelo de calidad para portales propuesto por Moraga, Calero y Piattini, también del año 2004.

En el capítulo 3 se hablará sobre la norma mexicana NMX-I-084/NYCE que es la norma homologa a la ISO 14598. Esta norma muestra el proceso de evaluación a seguir para evaluar la calidad del software, que es el que se tomará de referencia para el modelo cualimétrico para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles.

Capítulo III

PROCESO DE EVALUACIÓN

A través de la historia de la Ingeniería de software, la mejora de la calidad del software ha sido el objetivo más importante. La evaluación de la calidad del producto software es vital tanto para la adquisición como para el desarrollo de software que responda a requisitos de calidad. La importancia relativa de las distintas características de calidad del software depende de los objetivos del sistema del que forma parte; los productos software necesitan ser evaluados para decidir si las características de calidad correspondientes cumplen con los requisitos del sistema.

Para evaluar la Calidad del Software, primero se establecen los requisitos de evaluación, después se especifican, diseñan y se ejecuta la evaluación (NMX-I-084-NYCE) (véase Figura 3.1).

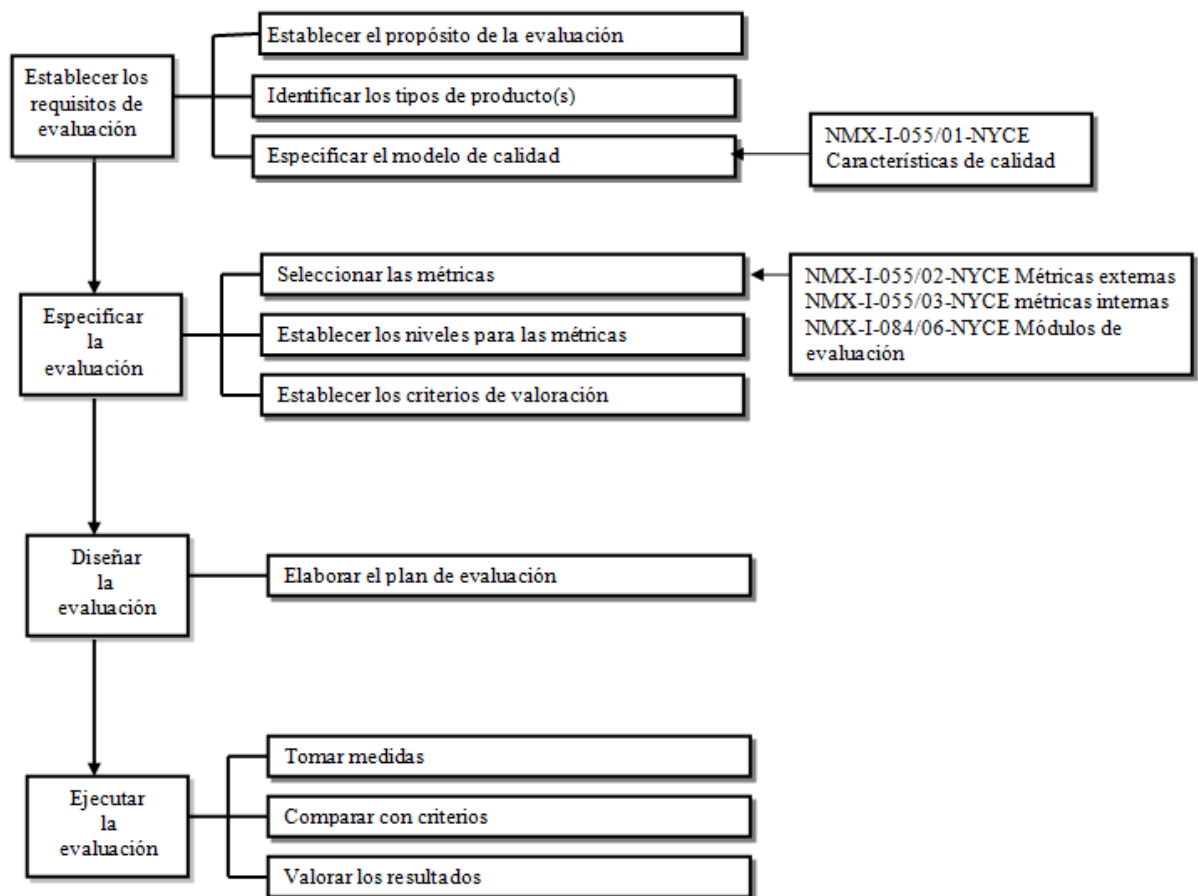


Figura 3.1. Proceso de evaluación (NMX-I-084-NYCE)

3.1 ESTABLECER REQUISITOS DE EVALUACIÓN

3.1.1 Establecer el propósito de la evaluación

El propósito de una evaluación de calidad de software, es apoyar tanto el desarrollo como la adquisición de un software que satisfaga las necesidades del usuario y del cliente. El objetivo final, es asegurar que el producto aporte la calidad requerida que satisface las necesidades declaradas e implícitas de los usuarios (lo que incluye operadores, receptores de los resultados del software o responsables de mantenimiento de software).

3.1.2 identificar los tipos de productos a ser evaluados

El tipo de producto software intermedio o final a ser evaluado depende de la etapa en el ciclo de vida y el propósito de la evaluación (véase Figura 3.2).

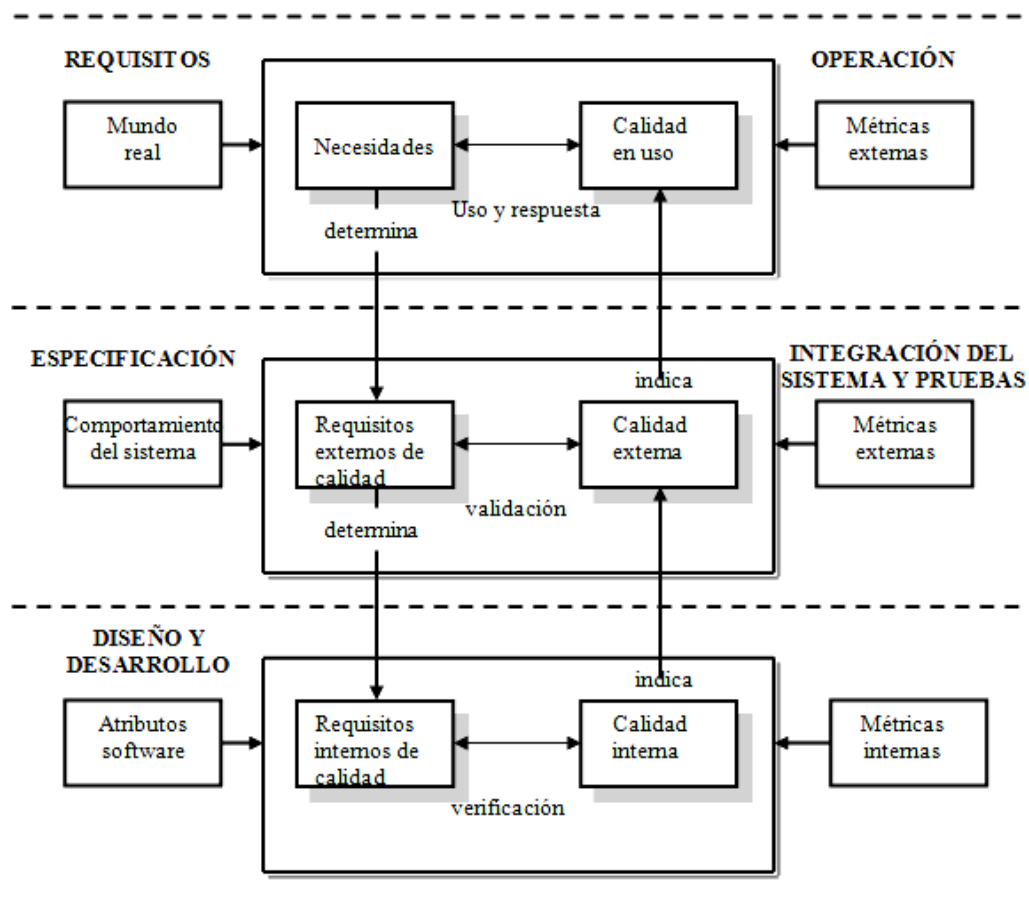


Figura 3.2. Calidad en el ciclo de vida del software

El objetivo es que cuando el producto sea realmente utilizado por el usuario satisfaga las necesidades declaradas e implícitas. La evaluación externa de características de calidad debe realizarse bajo condiciones que emulan lo más posible las condiciones de uso esperadas. Las mediciones externas de características se realizan cuando el código se ha completado. Las medidas externas son frecuentemente solo indicadores de la calidad real en uso.

Las medidas externas de un sistema informático también pueden usarse como medidas indirectas de la calidad interna del software, así el tiempo de respuesta de un sistema informático puede usarse para medir la eficiencia del software en un entorno de cálculo concreto. (Véase Figura 3.3)

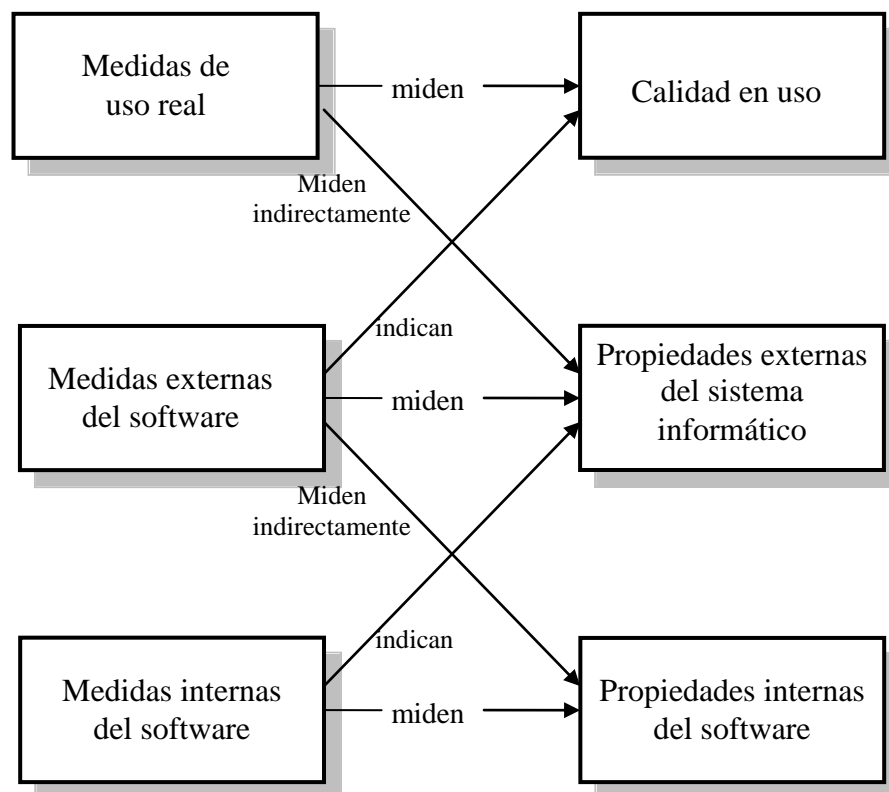


Figura 3.3 Relaciones entre las medidas

3.1.3 Especificar el modelo de calidad

Los modelos de calidad para la evaluación del software representan la totalidad de los atributos de calidad del software clasificados en una estructura jerárquica en árbol de características y subcaracterísticas, estas pueden descomponerse en más subcaracterísticas que tienen atributos medibles. Para valorar una característica o subcaracterística de calidad del software pueden utilizarse uno o más atributos internos y externos para cada subcaracterística requerida. Deben identificarse suficientes atributos internos y externos para cada subcaracterística requerida.

3.2 ESPECIFICAR LA EVALUACIÓN

3.2.1 seleccionar las métricas

La manera en que se han definido las características de calidad no permiten su medición directa. Existe la necesidad de establecer métricas que correlacionen las características del producto software.

3.2.1.1 tipos de mediciones

El tipo de medición requerido depende del propósito de la evaluación, el fin primario es la comprensión y corrección de deficiencias, pueden realizarse varias mediciones sobre el software para monitorizar y controlar las mejoras.

3.2.1.2 Requisitos de las mediciones

Las métricas internas deben tener validez predictiva, esto significa que deben correlacionarse con algún criterio externo deseado. Por ejemplo, una medida interna de un atributo de software concreto debe estar correlacionada con algún aspecto medible de calidad cuando el software está en uso.

3.2.2 establecer los niveles para las métricas

Los aspectos ponderables pueden medirse cuantitativamente usando métricas de calidad. Para este propósito, la escala ha de dividirse en intervalos que corresponden a diferentes niveles de satisfacción de los requisitos, ejemplos:

- La división de la escala en dos categorías: satisfactorio e insatisfactorio;
- La división de la escala en cuatro categorías limitada por el nivel actual de un producto existente o un producto alternativo, el peor caso y el nivel previsto. El nivel actual se establece con el fin de controlar que el nuevo sistema no se deteriore con respecto a la situación actual. El nivel previsto es lo que se considera alcanzable con los recursos disponibles, el peor caso es la frontera para la aceptación del usuario por si acaso el producto no cubre el nivel previsto. (véase Figura 3.4)

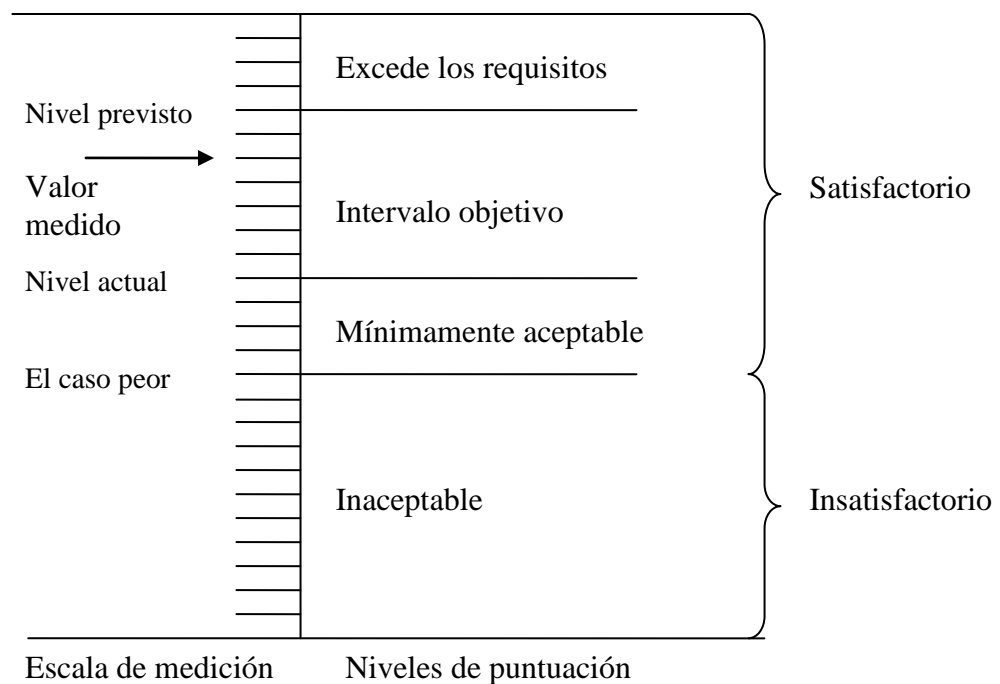


Figura 3.4. Niveles de puntuación para métricas

3.2.3 establecer los criterios de valoración

Para evaluar la calidad del producto, han de resumirse los resultados de la evaluación de las diferentes características. El evaluador debe preparar un procedimiento para esto; el procedimiento incluye aspectos como el tiempo y el costo que contribuyen a la valoración de la calidad de un producto software en un entorno concreto.

3.3 DISEÑAR LA EVALUACIÓN

3.3.1 Elaborar el plan de la evaluación

El plan de evaluación describe los métodos de evaluación y el plan de acciones del evaluador.

3.4 EJECUTAR LA EVALUACIÓN

3.4.1 Tomar medidas

Las métricas seleccionadas se aplican al producto software, los resultados son valores expresados en las escalas de las métricas.

3.4.2 Comparar con los criterios

En el paso de puntuación, el valor medido se compara con los criterios predeterminados.

3.4.3 Valorar los resultados

La valoración es el paso final del proceso de evaluación del software. El resultado es una declaración de hasta que punto el producto software cubre los requisitos de calidad.

3.5 RESUMEN DEL CAPITULO

En este capítulo se han visto las etapas del proceso de evaluación para la calidad del software. Recordando:

Fase 1: Establecer los requisitos de evaluación.

Subfases: establecer el propósito de la evaluación, Identificar los tipos de productos, especificar el modelo de calidad.

Fase 2: Especificar la evaluación

Subfases: seleccionar las métricas, establecer los niveles para las métricas, establecer los criterios de valoración

Fase 3: Diseñar la evaluación

Subfase: elaborar el plan de evaluación

Fase 4: Ejecutar la evaluación

Subfases: tomar medidas, comparar con criterios, valorar los resultados.

En el capítulo 4 se aplican estas fases con sus respectivas subfases al modelo de calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles.

CAPÍTULO IV. MODELO CUALIMÉTRICO

En el presente capítulo se detalla la elaboración de un modelo cualimétrico dirigido específicamente a los sistemas de información en dispositivos móviles con la finalidad de evaluar la calidad de dichos sistemas, para este propósito la norma mexicana NMX-I-084/NYCE-2005 se toma como referencia para su creación.

4.1 ESTABLECER LOS REQUISITOS DE EVALUACIÓN

4.1.1 Establecer el propósito de la evaluación

El propósito principal de evaluar la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles es proporcionar a los desarrolladores de sistemas de información Web una metodología, con la finalidad de que el software resultante esté apegado a un estándar y así intentar facilitar a los usuarios finales de estos dispositivos el manejo y acceso a los sistemas de información.

4.1.2 Identificar los tipos de productos

Actualmente abundan en el mercado una variedad considerable de dispositivos móviles, entre ellos se encuentran computadoras portátiles, agendas electrónicas o teléfonos celulares. El objetivo primordial de identificar los tipos de productos que deberán ser evaluados es verificar que cuando el producto software sea utilizado por el usuario final, satisfaga completamente la efectividad, productividad y seguridad.

4.1.3 Especificar el modelo de calidad

En esta etapa se seleccionan las características y subcaracterísticas relevantes que se adecuan al modelo calidad enfocado a dispositivos móviles.

A manera de esquema el modelo propuesto puede observarse en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Características y Subcaracterísticas incluidas en el modelo de calidad

Características y subcaracterísticas	Descripción
FUNCIONALIDAD	Se utilizan las métricas internas de funcionalidad para pronosticar si el producto software en cuestión satisface los requisitos funcionales recomendados y las necesidades implicadas del usuario.
<i>Adaptabilidad</i>	Las métricas internas de adaptabilidad señalan un conjunto de atributos para la evaluación de funciones explícitas para tareas recomendadas, y para determinar su suficiencia para desempeñar las tareas.
<i>Exactitud</i>	Las métricas internas de exactitud señalan un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para lograr resultados correctos o compatibles.
<i>Seguridad de acceso</i>	Las métricas internas de seguridad de acceso señalan un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para prevenir accesos ilegales a los sistemas y/o datos.
CONFIABILIDAD	Las métricas internas de confiabilidad se usan para pronosticar si el producto software satisface las necesidades de confiabilidad prescritas, durante el desarrollo del producto software.
<i>Tolerancia de fallas</i>	Las métricas internas de tolerancia de fallas señalan un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software en mantener un nivel de desempeño deseado en caso de fallas operacionales o violación de su interface específica.
<i>Recuperación</i>	Las métricas internas de recuperación señalan un conjunto de atributos para evaluar la capacidad del producto software para reestablecer un adecuado nivel de desempeño y recuperar los datos afectados directamente en caso de una

	falla.
USABILIDAD	Se usan las métricas internas de usabilidad para pronosticar el alcance al que el software en cuestión se puede entender, aprender, operar, ser atractivo y estar conforme con directrices y regulaciones de usabilidad.
<i>Facilidad de comprensión</i>	Los usuarios deben ser capaces de seleccionar un producto software, que sea adecuado para su uso deseado. Una métrica interna de facilidad de comprensión evalúa si los nuevos usuarios pueden entender: <ul style="list-style-type: none"> • Si el software es adecuado • Cómo se puede usar en tareas particulares.
<i>Facilidad para aprender</i>	Las métricas internas de facilidad para aprender evalúan cuánto toma a los usuarios aprender como usar funciones particulares, y la efectividad de los sistemas de ayuda y de la documentación.
<i>Operatividad</i>	Las métricas internas de operatividad evalúan si los usuarios pueden operar y controlar el software.
<i>Atracción</i>	Las métricas internas de atracción evalúan la apariencia del software, y son influenciadas por factores tales como el diseño de la pantalla y color.
EFICIENCIA	Las métricas internas de eficiencia se usan para predecir la eficiencia del comportamiento del producto software durante la prueba u operación.
<i>Comportamiento del tiempo</i>	Una métrica interna de comportamiento del tiempo debe ser capaz de medir atributos, tales como el comportamiento del tiempo del sistema computacional incluyendo el software durante las pruebas u operaciones.
MANTENIBILIDAD	Las métricas internas de mantenibilidad se utilizan para pronosticar el nivel de esfuerzo requerido para modificar el producto software.
<i>Facilidad para introducir cambios</i>	Las métricas internas de facilidad para introducir cambios señalan un conjunto de atributos para pronosticar el esfuerzo dedicado del responsable de mantenimiento o del usuario

	cuando intentan implementar una modificación específica en el producto software.
<i>Estabilidad</i>	Las métricas internas de estabilidad señalan un conjunto de atributos para pronosticar cuán estable puede ser el producto software después de cualquier modificación.
PORTABILIDAD	Las métricas internas de portabilidad se utilizan para pronosticar el efecto que puede tener el producto software en el comportamiento de la implementación o sistema durante la actividad portuaria.
<i>Facilidad de instalación</i>	Las métricas internas de facilidad de instalación señalan un conjunto de atributos para pronosticar el impacto que puede tener el producto software en el esfuerzo del usuario que intenta instalar el software en un ambiente específico de usuario.
<i>Facilidad de reemplazo</i>	Las métricas internas de facilidad de reemplazo señalan un conjunto de atributos para pronosticar el impacto que puede tener el producto software en el esfuerzo del usuario que intenta utilizar el software en lugar de otro software específico en un ambiente específico y contexto de uso.

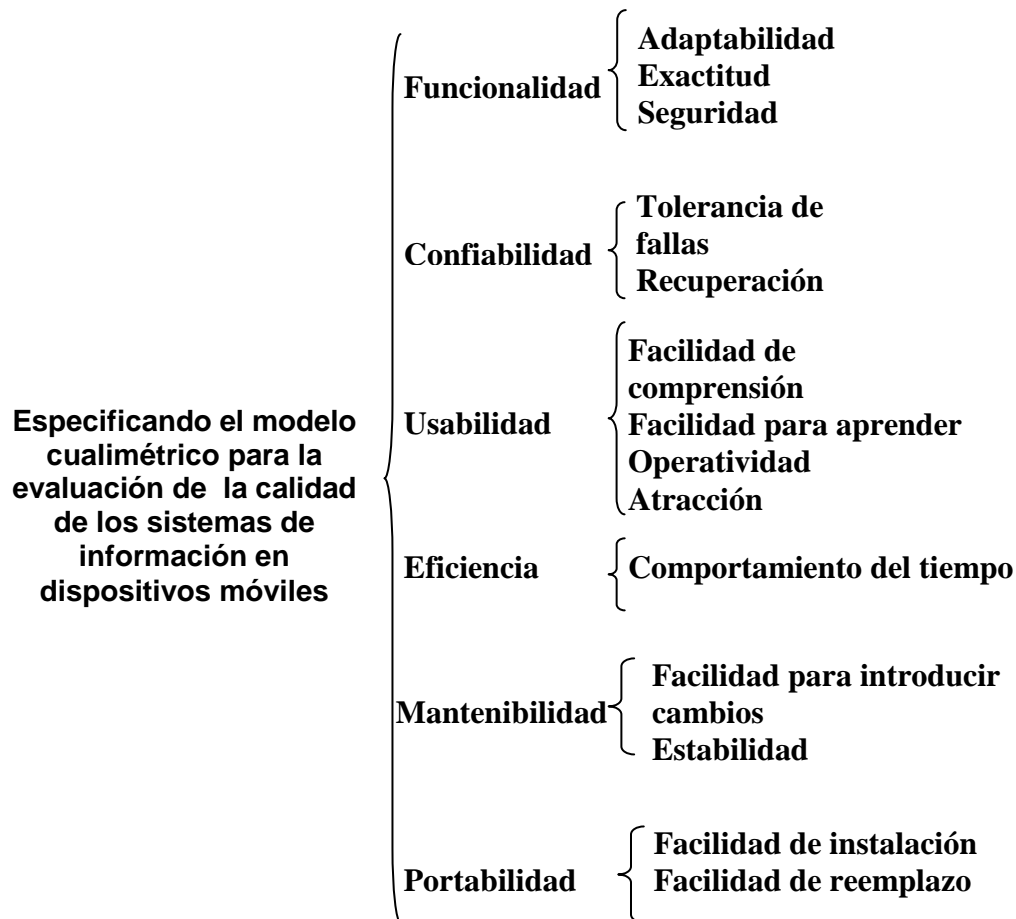


Figura 4.1 Esquema del modelo propuesto a nivel de características y Subcaracterísticas.

4.2 ESPECIFICAR LA EVALUACIÓN

4.2.1 seleccionar las métricas

Las métricas internas empleadas en la etapa del desarrollo del software deben coincidir con las necesidades esperadas por el usuario (calidad en uso), es por eso que con las características y subcaracterísticas seleccionadas en el punto 4.1.3 se pueden elegir los atributos que son cuantificables para la evaluación de la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles. Véase tabla 4.2.

Tabla 4.2 Métricas internas incluidas en el modelo

Característica funcionalidad			
Subcaracterística adaptabilidad			
Métricas de adaptabilidad			
Nombre de la métrica interna	Justificación	Descripción	Referencia
Implementación funcional completa	¿Cuán completa es la implementación funcional?	Se refiere al número de funciones faltantes detectadas comparadas con el número de funciones descritas en las especificaciones de requisitos.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Alcance funcional de la implementación	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	Se refiere al número de las funciones faltantes o implementadas incorrectamente comparadas con el número total de las funciones descritas en las especificaciones de requisitos.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Subcaracterística Exactitud			
Métricas de exactitud			
Exactitud en el cálculo	¿Cuán completa se han instalado los requisitos de exactitud?	Se refiere al número de funciones que han implementado los requisitos de exactitud comparados con el número de funciones con requisitos específicos de exactitud.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Unidad de medida	¿Las unidades de medida establecidas en la obtención de requerimientos concuerdan con las implementadas en el sistema?	Se refiere a la congruencia de las unidades de medida establecidas durante la obtención de requisitos comparados contra las implementadas.	Propia
Eliminación de operaciones	¿Se han eliminado las operaciones	Se refiere al número de operaciones implementadas y	Propia

incorrectas	incorrectas?	especificadas en los requisitos que han presentado fallos en los resultados de los cálculos	
Subcaracterística Seguridad de acceso			
Métricas de seguridad			
Facilidad de controlar el acceso	¿Qué tan controlable es el acceso al sistema?	Se refiere a el número de requisitos de facilidad de controlar el acceso que se implementan correctamente como en las especificaciones en comparación con el número de requisitos de facilidad de controlar el acceso en las especificaciones.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Prevención de corrupción de datos	¿Es completa la implementación de la prevención de corrupción de datos?	Se refiere a el número de casos implementados de prevención de corrupción de datos como se especifica en comparación con el numero de casos de operaciones/accesos especificados en los requisitos como capaces de corromper/destruir los datos.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Encriptado de datos	¿Cuán completa es la implementación de encriptado de datos?	Se refiere al número de casos implementados de ítemes de datos encriptados/desencriptados como especificados y compararlos con el número de casos encriptado/desencriptado de datos como en las especificaciones.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Disponibilidad	¿La información es accesible cuando la desee el usuario?	Se refiere a la disponibilidad de la información en el momento en que así lo deseen los usuarios, entidades o procesos autorizados.	Propia
Característica Confiabilidad			

Subcaracterística Tolerancia de fallas			
Métricas de tolerancia de fallas			
Prevención de operación incorrecta	¿Cuántas funciones se implementan con la capacidad de prevenir operaciones incorrectas?	Se refiere al número de funciones implementadas para prevenir fallas críticas y serias originadas por operaciones incorrectas comparadas con el número con el tipo de operaciones incorrectas a considerarse.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Protección de datos	¿El sistema de información protege datos en caso de fallas o catástrofe?	Se refiere a las funciones implementadas para la protección de datos en caso de fallas inesperadas.	Propia
Subcaracterística Recuperación			
Métricas de recuperación			
Fácil de reestablecer	¿Cuán capaz es el producto de reestablecerse a sí mismo después de un evento anormal o ante una petición?	Se refiere al número de requisitos de reestablecimiento implementados comparados con el número de requisitos de reestablecimiento en las especificaciones. Ejemplos de requisitos de reestablecimiento: punto de control de la base de datos, punto de control de la transacción, función de rehacer, función de deshacer.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Efectividad del reestablecimiento	¿Cuán efectiva es la capacidad de reestablecimiento?	Se refiere al número de requisitos de reestablecimiento implementados satisfaciendo el objetivo de reestablecimiento del tiempo (por cálculo o simulaciones) comparados con el número de requisitos de reestablecimiento con un tiempo específico previsto.	NMX-I-055/03-NYCE-2006

Característica Usabilidad			
Subcaracterística Facilidad de comprensión			
Métricas de facilidad de comprensión			
Integridad de la descripción	¿Qué cantidad de funciones (o tipos de funciones) se definen en la descripción del producto	Se refiere al número de funciones que se describen adecuadamente comparadas con el número total de funciones en el producto	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Fácil para comprender las funciones	¿Qué cantidad de funciones del producto es capaz el usuario de comprender correctamente?	Se refiere al número de funciones de interfaces de usuario donde el propósito del usuario es comprender y comparar con el número de funciones de interfaces de usuario.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Similitud	¿El manejo del sistema de información es similar al de otros móviles?	Se refiere a la similitud del sistema de información con el de otros sistemas, esto para facilitar la comprensión de uso del usuario final.	Propia
Navegabilidad	¿El usuario del sistema de información lo utiliza por intuición?	Se refiere a si el sistema de información es fácil de usar por los usuarios sin necesidad de consultar la ayuda o manual de referencia.	Propia
Subcaracterística facilidad para aprender			
Métricas de facilidad para aprender			
Documentación del usuario completa y/o facilidad de ayuda	¿Qué cantidad de las funciones se describen en la documentación del usuario y/o en la facilidad de ayuda?	Se refiere al número de funciones implementadas con la facilidad de ayuda y/o documentación comparadas con el número total de las funciones en el producto.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Demostración	¿El sistema de información ofrece una demostración (video) acerca del	Se refiere a la existencia de un Demo, que ayude al usuario a comprender el manejo del sistema de información.	Propia

	manejo de funciones específicas?		
Ayuda	¿Se cuenta con un tutorial o menú de ayuda acerca del funcionamiento del sistema de información?	Se refiere a la existencia de un tutorial o menú de ayuda que ayude al usuario a clarificar dudas sobre el manejo del sistema de información.	propia
Subcaracterística Operatividad			
Métricas de Operatividad			
Facilidad para cancelar la operación de usuario	¿Qué cantidad de funciones se pueden cancelar antes de concluir?	Se refiere al número de funciones implementadas, que el usuario puede cancelar antes de concluir comparadas con el número de funciones que requieren la capacidad de precancelación.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Consistencia operacional	¿Qué cantidad de operaciones se comportan de la misma forma a operaciones similares en otras partes del sistema?	Se refiere al número de casos de operaciones con comportamiento inconsistente comparadas con el número total de operaciones	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Claridad de mensaje	¿Qué cantidad de mensajes se explican por si mismos?	Se refiere al número de mensajes implementados con explicaciones claras comparadas con el número de mensajes implementados.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Subcaracterística Atracción			
Métricas de Atracción			
Interacción atractiva	¿Cuán atractiva es la interface para el usuario?	Se refiere a lo atractivo de la interface al usuario, tomando cuenta de atributos como el color y el diseño gráfico.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Característica Eficiencia			
Subcaracterística comportamiento del tiempo			

Métricas de comportamiento del tiempo				
Tiempo de contestación	¿Cuál es el tiempo estimado en completar una tarea específica?	Se refiere a la eficiencia de la operación del sistema y la aplicación de llamadas al sistema. Estimar el tiempo de contestación basado en esto. Se puede medir lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Todo o partes de las especificaciones de diseño. • Prueba de la trayectoria de transacción completa. • Prueba de los módulos/partes completos del producto software. • El producto software completo durante la fase de prueba. 	NMX-I-055/03-NYCE-2006	
Tiempo de respuesta	¿Cuál es el tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas como una cantidad de trabajos?	Se refiere a la eficiencia del sistema operativo y la aplicación de llamadas al sistema. Estimar el tiempo de contestación para completar un grupo de tareas relacionadas con tareas basadas en esto. Se puede medir lo siguiente, <ul style="list-style-type: none"> • Todo o partes de las especificaciones de diseño. • Prueba de la trayectoria de transacción completa. • Prueba de los módulos/partes completos del producto software. • El producto software completo durante la fase de prueba. 	NMX-I-055/03-NYCE-2006	

Característica Mantenibilidad			
Subcaracterística facilidad para introducir cambios			
Métricas de facilidad para introducir cambios			
Facilidad de registrar cambios	¿Hay cambios en las especificaciones y a los módulos de programa registrados adecuadamente en el código con líneas comentadas?	Se refiere al registro de la proporción de la información de cambio de módulo.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Estabilidad	¿Han sido borradas, modificadas o añadido funcionalidades al sistema?	Se refiere a la funcionalidades borradas, modificadas o agregadas al sistema de información	Propia
Subcaracterística estabilidad			
Métricas de estabilidad			
Efecto de cambio	¿Cuál es la frecuencia de efectos adversos después de la modificación?	Se refiere al número de efectos adversos detectados después de la modificación y compararlo con el número de modificaciones desempeñadas	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Característica Portabilidad			
Subcaracterística facilidad de instalación			
Métricas de facilidad de instalación			
Fácil de reinstalar	¿Qué tan fácil es repetir la operación de instalación?	Se refiere al número de operaciones de reinstalación implementadas y compararlas con el número de operaciones requeridas de reinstalación	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Esfuerzo en la instalación	¿Qué nivel de esfuerzo se requiere para la instalación?	Se refiere al número de pasos automatizados para la instalación implementados y compararlos con el número de pasos prescritos para la instalación.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Flexibilidad en la	¿Cuán flexible y fácil	Se refiere a el número de	NMX-I-

instalación	de personalizar es la capacidad de instalación?	operaciones de instalación personalizadas implementadas como se especifica y compararlas con el número de operaciones de instalación con requisitos de capacidad de personalización.	055/03-NYCE-2006
Subcaracterística facilidad de reemplazo			
Métricas de facilidad de reemplazo			
Inclusión de funciones	¿Cuál es la cantidad de funciones que permanecen sin cambios?	Se refiere al número de funciones cubiertas por el software nuevo que producen resultados similares y compararlas con el número de funciones en el software antiguo.	NMX-I-055/03-NYCE-2006
Seguimiento	¿Existe una acción o procedimiento que identifica el producto desde su origen hasta su destino final?	Se refiere al seguimiento que se le da al producto desde el lugar de fabricación hasta el destino final.	Propia

4.2.2 Establecer los niveles para las métricas

La escala de medición que se empleará para interpretar los resultados de la evaluación de la calidad a sistemas de información en dispositivos móviles es la propuesta por (Gutiérrez, 2001). Esta se muestra a continuación:

RANGO DE VALORES	NIVEL DE CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA DE CALIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CONCLUSIÓN
2,5 -3	MB- MUY BUENO	SUPERIOR	SIN MODIFICACIONES	ACEPTADO
1,5 - 2,4	B-BUENO	PRIMERA	PEQUEÑAS MODIFICACIONES	ACEPTADO
0,5 – 1,4	R-REGULAR	SEGUNDA	GRANDES MODIFICACIONES	RECHAZADO

0 - 0,4	M- MALO	TERCERA	NUEVA ELABORACION	RECHAZADO
---------	---------	---------	----------------------	-----------

Donde:

- El rango de 2,5 – 3, representa del 86% al 100% de cumplimiento, la máxima categoría que puede alcanzar un software evaluado.
- El rango de 1,5 – 2,4, representa del 51% al 85 % de cumplimiento por lo que la categoría de calidad es de primera, por lo tanto la calidad de este software ha alcanzado un nivel bueno en su evaluación. Esto quiere decir que el software se rechaza y se solicita una nueva elaboración.
- El rango 0,5 -1,4, representa del 26% al 50% de cumplimiento por lo que la categoría de calidad es de segunda, por lo tanto la calidad de este software ha alcanzado un nivel regular en su evaluación. Esto quiere decir que el software se rechaza para que se le realicen grandes modificaciones.
- El rango de 0 -0,4 representa del 0% al 25 % de cumplimiento por lo que la categoría de calidad es de tercera, por lo tanto la calidad de este software ha alcanzado un nivel malo en su evaluación. Esto quiere decir que el software se rechaza y se solicita una nueva elaboración.

4.2.3 Establecer los criterios para la valoración

En este punto se resumen los resultados obtenidos de la ejecución de la evaluación (última fase del modelo propuesto) de las distintas características y subcaracterísticas incluidas en la especificación del modelo de calidad y estos son comparados con una escala de medición del punto 4.2.2.

4.3 DISEÑAR LA EVALUACIÓN

4.3.1 Elaborar el plan de evaluación

El plan de evaluación dirigido a sistemas de información de dispositivos móviles es el siguiente:

- La evaluación se elaborará en forma de cuestionario enmarcando las características seleccionadas (funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad).
- La evaluación se realizará para cada una de las características y estas serán medidas como se establece en el punto 4.2
- Se toman medidas de las métricas seleccionadas
- Los resultados obtenidos de las medidas de las métricas se comparan con criterios establecidos en el punto 4.2.2
- El paso final es valorar los resultados para verificar si el software se acepta o se rechaza.

4.4. Plantilla del cuestionario de evaluación

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES.

Nombre del producto software: _____

Producto software a evaluar:

Sistema: ☐ Subsistema: ☐ Módulo: ☐ Programa: ☐

Número de folio: _____

		Ponderación
Característica:	FUNCIONALIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Adaptabilidad	[3] [2] [1] [0]
Métricas de adaptabilidad:	¿Cuán completa es la implementación funcional?	[3] [2] [1] [0]
	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Exactitud	[3] [2] [1] [0]
Métricas de exactitud:	¿Cuán completa se han instalado los requisitos de exactitud?	[3] [2] [1] [0]
	¿Las unidades de medida establecidas en la obtención de requerimientos concuerdan con las implementadas en el sistema?	[3] [2] [1] [0]
	¿Se han eliminado las operaciones incorrectas?	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Seguridad de acceso	[3] [2] [1] [0]
Métricas de seguridad de acceso:	¿Es controlable el acceso al sistema?	[3] [2] [1] [0]
	¿Es completa la implementación de la prevención de corrupción de datos?	[3] [2] [1] [0]

	¿Es completa la implementación de encriptado de datos?	[3] [2] [1] [0]
	¿La información es accesible cuando la desee el usuario?	[3] [2] [1] [0]
Característica:	CONFIABILIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Tolerancia de fallas	[3] [2] [1] [0]
Métricas de tolerancia de fallas:	¿Se implementan funciones con la capacidad de prevenir operaciones Incorrectas?	[3] [2] [1] [0]
	¿El sistema de información protege datos en casos de fallas o catástrofes?	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Recuperación	
Métricas de recuperación:	¿El producto software es capaz de reestablecerse a si mismo después de un Evento anormal?	[3] [2] [1] [0]
	¿Es efectiva la capacidad de restablecimiento?	[3] [2] [1] [0]
Característica:	USABILIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad de comprensión	[3] [2] [1] [0]
Métricas de facilidad de comprensión:	¿Se definen todas las funciones en la descripción del producto?	[3] [2] [1] [0]
	¿El usuario es capaz de comprender las funciones del sistema?	[3] [2] [1] [0]
	¿El manejo de producto software es similar a otro?	[3] [2] [1] [0]
	¿El producto software se puede usar por intuición?	[3] [2] [1] [0]

Subcaracterística	Facilidad para aprender [3] [2] [1] [0]
Métricas de facilidad para aprender:	¿Las funciones del producto software se describen en la documentación? [3] [2] [1] [0]
	¿El producto ofrece una demostración acerca del manejo de sus funciones? [3] [2] [1] [0]
	El producto software cuenta con un tutorial o menú de ayuda acerca del Manejo de sus funciones? [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Operatividad [3] [2] [1] [0]
Métricas de operatividad:	¿Se pueden cancelar funciones antes de concluir las? [3] [2] [1] [0]
	¿Hay operaciones que se comportan de la misma forma a operaciones Similares en otras partes del sistema? [3] [2] [1] [0]
	¿Los mensajes del producto software se explican por sí mismos? [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Atracción [3] [2] [1] [0]
Métricas de operatividad:	¿Es atractiva la interfase del producto software? [3] [2] [1] [0]
Característica:	Eficiencia [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	comportamiento del tiempo [3] [2] [1] [0]
Métricas de comportamiento del tiempo:	¿El tiempo estimado para completar una tarea específica es razonable? [3] [2] [1] [0]
	¿El tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas es razonable? [3] [2] [1] [0]

Característica:	MANTENIBILIDAD [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad para introducir cambios
Métricas de facilidad para introducir cambios:	¿Hay cambios en las especificaciones y a los módulos de programa Registrados adecuadamente en el código con líneas comentadas? [3] [2] [1] [0]
	¿Han sido borradas, modificadas o añadido funcionalidades al sistema? [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Estabilidad [3] [2] [1] [0]
Métricas de Estabilidad:	¿Se presentan efectos adversos después de una modificación? [3] [2] [1] [0]
Característica:	PORTABILIDAD [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad de instalación [3] [2] [1] [0]
Métricas de Facilidad de instalación:	¿Es fácil repetir la operación de instalación? [3] [2] [1] [0]
	¿Se requiere un nivel de esfuerzo adicional para la instalación? [3] [2] [1] [0]
	¿Es fácil de personalizar la capacidad de instalación? [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad de reemplazo [3] [2] [1] [0]
Métricas de Facilidad de reemplazo:	¿Existe una acción o procedimiento que identifica el producto desde su origen hasta su destino final? [3] [2] [1] [0]

Promedio de las características	Nivel de clasificación	Categoría de calidad	Criterio de evaluación	Conclusión
Funcionalidad:_____	3- [] Muy Bueno	MB- [] Superior	[] Sin modificaciones	[] Aceptado
Confiabilidad:_____	2- [] Bueno	B- [] Primera	[] Pequeñas modificaciones	[] Aceptado
Usabilidad: _____	1- [] Regular	R- [] Segunda	[] Grandes modificaciones	[] Rechazado
Eficiencia: _____	0- [] Malo	M- [] Tercera	[] Nueva elaboración	[] Rechazado
Mantenibilidad: _____				
Portabilidad: _____				
PROMEDIO TOTAL:_____	NOTAS:			

Fecha de la evaluación:	
Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfono:	
Nombre del evaluador:	
Matrícula de empleado:	
Firma:	

En este cuestionario de evaluación se presentan características, subcaracterísticas y atributos, los últimos representados en forma de pregunta y a los cuales se le asigna un valor de acuerdo a la experiencia del evaluador o desarrollador.

La ponderación que se asigna a las métricas se presenta con cuatro valores, del cero al tres, correspondiendo el 0 la ausencia del atributo y el 3 como presencia total.

Existen atributos llamados críticos y solo presentan 2 rangos de valores: 0 y 3, correspondiendo 0=NO y 3= si.

La forma de obtener el promedio de las características es la siguiente:

Una vez asignado una ponderación a cada una de los atributos o métricas, se obtiene un valor en forma de promedio, dando como resultado el total de cada una de las características y por lo tanto se obtiene el promedio total del producto software en un rango del 0 al 3.

Obteniéndose el porcentaje de la calidad del producto software de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de calidad} = \frac{\text{Resultado total}}{3} \times 100$$

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO CUALIMÉTRICO

En este capítulo se representa el modelo cualimétrico para evaluar la calidad de los sistemas de información en dispositivos móviles, mediante diagramas de caso de uso y diagramas de secuencia, esto para enmarcar y facilitar la comprensión de dicho modelo.

5.1 Casos de Uso Generales (Principales)

A continuación, en las Tablas de la 5.1 a la 5.3 puede observarse la descripción de los Casos de Uso Principales que guían la manera de utilizar el modelo cualimétrico.

Nombre del caso de uso	Propósito de la evaluación
Actor participante	Iniciado por evaluador o desarrollador
Condición inicial	1.- El evaluador o desarrollador tiene la necesidad de evaluar un producto software.
Flujo de eventos	2.-Se le permite al desarrollador o evaluador aceptar, publicar, estimar la calidad, valorar aspectos positivos y negativos , y decidir reemplazar o mejorar un producto software.
Condición de salida	3.- El evaluador o desarrollador elige alguno de los motivos por la cual realizar la evaluación.

Tabla 5.1 Descripción del Caso de Uso Propósito de la evaluación

Nombre del caso de uso	Identificar el tipo de productos
Actor participante	Iniciado por evaluador o desarrollador
Condición inicial	1.- El evaluador o desarrollador llena la hoja del cuestionario de la evaluación especificando el tipo de producto software a evaluar
Flujo de eventos	2.- El evaluador elige entre las opciones “sistema”, “subsistema” , “módulo” o “programa”.
Condición de salida	3.- El evaluador ha elegido alguna de las opciones.

Tabla 5.2 Descripción del Caso de Uso Identificar el tipo de productos

Nombre del caso de uso	Evaluación
Actor participante	Iniciado por evaluador o desarrollador
Condición inicial	1.- El evaluador o desarrollador se encuentra con un cuestionario para la evaluación del producto software
Flujo de eventos	<p>2.- Este cuestionario está enmarcado por las características de funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad con sus respectivos atributos o métricas.</p> <p>3.- A cada métrica o atributo se le asigna un peso de acuerdo al criterio y experiencia de la persona encargada de la evaluación.</p> <p>4.- Se toman medidas en forma de promedio de los atributos, subcaracterísticas y características.</p> <p>5.- después de obtener el promedio este se clasifica en “muy bueno”, “bueno”, “regular”, “malo”.</p>

	<p>6.- Se hace la correspondencia del nivel de la clasificación elegida del promedio con una categoría de calidad: muy bueno = calidad superior, Bueno= primera calidad, regular= segunda calidad y malo= tercera calidad.</p> <p>7.- se emite un criterio de evaluación, indicando si el producto software:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se modifica • Se le realizan pequeñas modificaciones • Se le hacen grandes modificaciones • Se elaboración nuevamente
Condición de salida	8.- Se concluye que el software es “aceptado” o “rechazado”

Tabla 5.3 Descripción del Caso de Uso Evaluación

CAPITULO VI. PRUEBAS Y RESULTADOS

A continuación, se presenta el resultado de la evaluación de un producto diseñado en el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN) como parte de la tesis de maestría de Griselda Rodríguez Robledo (Rodríguez, 2007) que fué desarrollado para ser utilizado en dispositivos móviles. Este producto se ha evaluado usando las plantillas del ensayo del modelo de calidad aplicado a software de minería de datos, con la finalidad de realizar la comparación de los resultados obtenidos con el modelo propuesto en esta tesis, verificando que si es necesaria la consideración de un modelo específico para el tipo de aplicación.

6.1 Resultados por orden de evaluación

6.1.1 Modelo de calidad para software de minería de datos

FUNCIONALIDAD.

Consistencia.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Uniformidad de la estructura	¿Existe uniformidad en módulos del software en lo que respecta a las pantallas, menús, ayudas y mensajes?	⊗ [0]
Uniformidad de vocabulario	¿Existe uniformidad en el vocabulario, simbología utilizada en el software?	⊗ [0]

Tabla 6.1 Métricas de la subcaracterística de Consistencia. Característica Funcionalidad.

Integridad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Funcionamiento correcto	¿Existen errores críticos del software, errores de ejecución, ciclos infinitos, interrupción de la ejecución?	[3] ⊗
Seguridad	¿Existe un control de acceso al software o a subsistemas y funciones?	⊗ [0]
	¿Existe un control de acceso en la etapa de instalación y configuración del software?	[3] ⊗
Autochequeo	¿El software contiene alguna autoprotección contra virus informáticos?	[3] ⊗

Tabla 6.2 Métricas de la subcaracterística de Integridad. Característica Funcionalidad.

CONFIABILIDAD.

Exactitud.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Exactitud en los cálculos	Porcentaje de exactitud en los resultados obtenidos.	[3] [2] [1] [0]

Tabla 6.3 Métricas de la subcaracterística de Exactitud. Característica Confiabilidad.

Tolerancia de errores.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Tiempo significativo entre fallas	Frecuencia de las fallas del sistema, cuando está en uso	[3] [2] [1] [0]
Validación de la memoria interna y externa	Al instalar el software, ¿el usuario percibe que el módulo de instalación verifica la memoria del sistema, espacio disponible en disco...antes de instalarse?	[3] [1] [0]

Tabla 6.4 Métricas de la subcaracterística de Tolerancia de errores. Característica Confiabilidad.

Recuperabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Restablecimiento	¿Puede el usuario restablecer el software fácilmente, cuando está en uso?	[3] [1] [0]
	¿En caso de reestablecer el software, existen pérdidas de datos?	[3] [0]

Tabla 6.5 Métricas de la subcaracterística de Recuperabilidad. Característica Confiabilidad.

USABILIDAD

Comprensión.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Terminología	¿El software utiliza una terminología adecuada con respecto a las técnicas de minería de datos?	[3] [1] [0]
Interfaz de usuario	¿La interfaz al usuario es accesible y fácil de manejar?	[3] [1] [0]
Visualización de resultados	¿El software contiene algún módulo para la visualizar gráficamente los resultados?	[3] [1] [0]

Tabla 6.6 Métricas de la subcaracterística de Comprensibilidad. Característica Usabilidad.

Aprendizaje.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
DEMO	¿Existe un DEMO donde explique en forma general, el funcionamiento del software?	[3] [1] [0]
	¿El usuario puede consultar el DEMO, en cualquier momento durante el uso del software?	[3] [1] [0]
Tutorial	¿Existe un tutorial para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	[3] [1] [0]
	Usando el tutorial, ¿puede el usuario aprender fácilmente la operación de cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	[3] [1] [0]
Guía interactiva	Por medio de las guías interactivas, ¿el usuario puede realizar alguna tarea determinada en forma satisfactoria?	[3] [1] [0]

Tabla 6.7 Métricas de la subcaracterística de Aprendizaje. Característica Usabilidad.

Operabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
OLAP	¿El software utiliza las operaciones OLAP, para realizar las técnicas de minería de datos?	[3] [0] ⊗
Acceso de datos	¿El software tiene varias opciones para ingresar los datos (p.Ej. archivos tipo texto, archivos provenientes de bases de datos Access, DBASE o similar,)?	[3] [0] ⊗
Mensajes	¿El usuario entiende fácilmente los mensajes enviados por el software?	[3] [2] ⊗ [0]
Progreso de proceso	¿El software muestra el estado del proceso cuando está en uso?	[3] [2] [1] ⊗
Operación cancelada	¿Puede el usuario restablecer o corregir sus errores y recuperar la tarea de minería de datos?	[3] [2] [1] ⊗
Tiempo de operación	¿Puede el usuario fácilmente completar una tarea de minería de datos satisfactoriamente?	[3] [2] [1] ⊗
Ayudas	¿Qué tan frecuente el usuario puede usar la ayuda en línea?	[3] [2] [1] ⊗
Operación recuperada	¿Puede el usuario retroceder en pasos, dentro de una tarea determinada y corregir algún error o dato para terminar la tarea?	⊗ [2] [1] [0]
Metodología	¿Existe una metodología establecida por el software para cada una de las técnicas de minería de datos que el software contiene?	[3] [0] ⊗
Técnicas de minería de datos	¿El software tiene varias opciones de técnicas de minería de datos?	[3] [0] ⊗
Utilidad de ayudas	La información proporcionada por las ayudas en línea, es útil en el momento que es requerida.	[3] [2] [1] ⊗
Facilidad de operación opcional	¿La selección de opciones del software, se realiza por medio de la barra de herramientas o ratón (mouse)?	⊗ [0]

Tabla 6.8 Métricas de la subcaracterística de Operabilidad. Característica Usabilidad.

EFICIENCIA.

Comportamiento.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Respuesta rápida	¿La respuesta del software es rápida?	⊗ [0]

Tabla 6.9 Métricas de la subcaracterística de Comportamiento. Característica Eficiencia.

Utilización de recursos.

Nombre de métrica	Descripción	Ponderación
Utilización de memoria del sistema	¿Puede el usuario guardar su información, generada con el software, en la memoria del sistema?	⊗ [0]
Utilización de dispositivos para guardar	¿Puede el usuario usar algún dispositivo de lectura y/o escritura (por ejemplo disco flexible, disco duro, impresoras), cuando se esta usando el software?	⊗ [0]

Tabla 6.10 Métricas de la subcaracterística de Utilización de recursos. Característica Eficiencia.

PORTABILIDAD.

Adaptabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Independencia de S.O.	Al adquirir el software, ¿el Sistema Operativo es un factor primordial?	⊗ [0]

Adaptabilidad al ambiente (software)	¿Puede el usuario adaptar el software a cualquier Manejador de Bases de Datos?	[3] [0]
--------------------------------------	--	---------

Tabla 6.11 Métricas de la subcaracterística de Adaptabilidad. Característica Portabilidad.

Instalabilidad.

Nombre de métrica	Descripción	Forma de medir
Facilidad de instalación	¿Puede el usuario instalar con facilidad el software?	[3] [0]
Reinstalación	¿El software se puede instalar n veces, en forma satisfactoria, en el mismo equipo?	[3] [0]
Carga Automática	¿El software configura de manera automática el sistema?	[3] [0]
Reemplazamiento	¿Al cambiar de versión del software, las funciones y módulos son similares?	[3] [0]

Tabla 6.12 Métricas de la subcaracterística de Instalabilidad. Característica Portabilidad.

6.1.2 Modelo para la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles.

Nombre del producto software: Sistema Ubicuo de l Historia clinica del paciente

Producto software a evaluar:

Sistema: **Subsistema:** **Módulo:** **Programa:**

Número de folio: _____

		Ponderación
Característica:	FUNCIONALIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Adaptabilidad	[3] [2] [1] [0]
Métricas de adaptabilidad:	¿Cuán completa es la implementación funcional?	[3] [2] [1] [0]
	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Exactitud	[3] [2] [1] [0]
Métricas de exactitud:	¿Cuán completa se han instalado los requisitos de exactitud?	[3] [2] [1] [0]
	¿Las unidades de medida establecidas en la obtención de requerimientos concuerdan con las implementadas en el sistema?	[3] [2] [1] [0]

	¿Se han eliminado las operaciones incorrectas?	[3] [⊗] [1] [0]
Subcaracterística:	Seguridad de acceso	[3] [2] [1] [0]
Métricas de seguridad de acceso:	¿Es controlable es el acceso al sistema?	⊗ [2] [1] [0]
	¿Es completa la implementación de la prevención de corrupción de datos?	⊗ [2] [1] [0]
	¿Es completa la implementación de encriptado de datos?	⊗ [2] [1] [0]
	¿La información es accesible cuando la desee el usuario?	⊗ [2] [1] [0]
Característica:	CONFIABILIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Tolerancia de fallas	[3] [2] [1] [0]
Métricas de tolerancia de fallas:	¿Se implementan funciones con la capacidad de prevenir operaciones Incorrectas?	[3] [2] [1] ⊗
	¿El sistema de información protege datos en casos de fallas o catástrofes?	[3] [2] ⊗ [0]
Subcaracterística:	Recuperación	
Métricas de recuperación:	¿El producto software es capaz de reestablecerse a si mismo después de un Evento anormal?	[3] [2] ⊗ [0]
	¿Es efectiva la capacidad de restablecimiento?	[3] ⊗ [1] [0]
Característica:	USABILIDAD	[3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad de comprensión	[3] [2] [1] [0]

Métricas de facilidad de comprensión:	¿Se definen todas las funciones en la descripción del producto?	⊗] [2] [1] [0]
	¿El usuario es capaz de comprender las funciones del sistema?	⊗] [2] [1] [0]
	¿El manejo de producto software es similar a otro?	[3] [2] [1] ⊗]
	¿El producto software se puede usar por intuición?	[3] ⊗] [2] [1] [0]
Subcaracterística	Facilidad para aprender	[3] [2] [1] [0]
Métricas de facilidad para aprender:	¿Las funciones del producto software se describen en la documentación?	⊗] [2] [1] [0]
	¿El producto ofrece una demostración acerca del manejo de sus funciones?	[3] [2] [1] ⊗]
	El producto software cuenta con un tutorial o menú de ayuda acerca del Manejo de sus funciones?	[3] [2] [1] ⊗]
Subcaracterística:	Operatividad	[3] [2] [1] [0]
Métricas de operatividad:	¿Se pueden cancelar funciones antes de concluir las?	[3] [2] ⊗] [0]
	¿Hay operaciones que se comportan de la misma forma a operaciones Similares en otras partes del sistema?	[3] ⊗] [2] [1] [0]
	¿Los mensajes del producto software se explican por sí mismos?	[3] [⊗] [1] [0]
Subcaracterística:	Atracción	[3] [2] [1] [0]
Métricas de operatividad:	¿Es atractiva la interfase del producto software?	⊗] [2] [1] [0]
Característica:	Eficiencia	[3] [2] [1] [0]

Subcaracterística:	comportamiento del tiempo [3] [2] [1] [0]
Métricas de comportamiento del tiempo:	¿El tiempo estimado para completar una tarea específica es razonable? [3] <input checked="" type="checkbox"/> [2] [1] [0]
	¿El tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas es razonable? [3] <input checked="" type="checkbox"/> [1] <input checked="" type="checkbox"/> [0]
Característica:	MANTENIBILIDAD [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad para introducir cambios
Métricas de facilidad para introducir cambios:	¿Hay cambios en las especificaciones y a los módulos de programa Registrados adecuadamente en el código con líneas comentadas? [3] <input checked="" type="checkbox"/> [1] [0]
	¿Han sido borradas, modificadas o añadido funcionalidades al sistema? [3] <input checked="" type="checkbox"/> [1] [0]
Subcaracterística:	Estabilidad [3] [2] [1] [0]
Métricas de Estabilidad:	¿Se presentan efectos adversos después de una modificación? [3] <input checked="" type="checkbox"/> [1] [0]
Característica:	PORTABILIDAD [3] [2] [1] [0]
Subcaracterística:	Facilidad de instalación [3] [2] [1] [0]
Métricas de Facilidad de instalación:	¿Es fácil repetir la operación de instalación? <input checked="" type="checkbox"/> [2] [1] [0]
	¿Se requiere un nivel de esfuerzo adicional para la instalación? [3] [2] [1] <input checked="" type="checkbox"/>
	¿Es fácil de personalizar la capacidad de

	instalación?	[3] [2] [1] <input checked="" type="radio"/>
Subcaracterística:	Facilidad de reemplazo	[3] [2] [1] [0]
Métricas de Facilidad de reemplazo:	¿Existe una acción o procedimiento que identifica el producto desde su origen hasta su destino final?	[3] [2] [1] <input checked="" type="radio"/>

6.1.3 Cuadros comparativo entre ambos modelos

Promedio de las características	Nivel de clasificación	Categoría de calidad	Criterio de evaluación	Conclusión
Funcionalidad: <u>1.8</u>	3- <input type="checkbox"/> Muy Bueno	MB- <input type="checkbox"/> Superior	<input type="checkbox"/> Sin modificaciones	<input type="checkbox"/> Aceptado
Confiabilidad: <u>.7</u>	2- <input checked="" type="checkbox"/> Bueno	B- <input checked="" type="checkbox"/> Primera	<input checked="" type="checkbox"/> Pequeñas modificaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Aceptado
Usabilidad: <u>2.24</u>	1- <input type="checkbox"/> Regular	R- <input type="checkbox"/> Segunda	<input type="checkbox"/> Grandes modificaciones	<input type="checkbox"/> Rechazado
Eficiencia: <u>1.5</u>	0- <input type="checkbox"/> Malo	M- <input type="checkbox"/> Tercera	<input type="checkbox"/> Nueva elaboración	<input type="checkbox"/> Rechazado
Portabilidad: <u>1.5</u>				
PROMEDIO TOTAL: <u>1.5</u>	NOTAS:			

Tabla 6.13. Resumen de resultados obtenidos para el modelo de calidad para software de minería de datos.

Promedio de las características	Nivel de clasificación	Categoría de calidad	Criterio de evaluación	Conclusión
Funcionalidad: <u>2.66</u>	3- <input type="checkbox"/> Muy Bueno	MB- <input type="checkbox"/> Superior	<input type="checkbox"/> Sin modificaciones	<input type="checkbox"/> Aceptado
Confiabilidad: <u>.1.3</u>	2- <input checked="" type="checkbox"/> Bueno	B- <input checked="" type="checkbox"/> Primera	<input checked="" type="checkbox"/> Pequeñas modificaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Aceptado
Usabilidad: <u>2.0</u>	1- <input type="checkbox"/> Regular	R- <input type="checkbox"/> Segunda	<input type="checkbox"/> Grandes modificaciones	<input type="checkbox"/> Rechazado
Mantenibilidad: <u>2.4</u>	0- <input type="checkbox"/> Malo	M- <input type="checkbox"/> Tercera	<input type="checkbox"/> Nueva elaboración	<input type="checkbox"/> Rechazado
Portabilidad: <u>.5</u>				
PROMEDIO TOTAL: <u>1.76</u>	NOTAS:			

Tabla 6.14. Resumen de resultados para el modelo de calidad para sistemas de información en dispositivos móviles.

6.2 Resumen del capítulo

Se realizaron evaluaciones con 2 modelos de calidad, uno enfocado a software para minería de datos y otro para software en dispositivos móviles.

El producto software evaluado fue el “sistema ubicuo de historia clínica del paciente”. En dicha evaluación se encontró que aunque ambos sistemas arrojaron el resultado de “software aceptado” con “pequeñas modificaciones”, el modelo enfocado a dispositivos móviles fue más exacto en sus resultados, ya que este contiene atributos dirigidos específicamente a este tipo de dispositivos.

En el siguiente capítulo se muestran las conclusiones y trabajos futuros de esta tesis.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1 Conclusiones

Se logró diseñar un modelo que se ha apegado a las particularidades que conlleva visualizar y realizar operaciones desde un dispositivo móvil, proponiéndose atributos dirigidos específicamente a estos dispositivos.

Es importante resaltar que en la literatura actual se encontraron investigaciones sobre atributos enfocados a sitios Web, más no a sistemas de información para dispositivos móviles, de hecho ello llevo a tomar al modelo de calidad para software de minería de datos y la herramienta que lo automatiza para realizar las pruebas al modelo propuesto en esta tesis.

El modelo propuesto logra la meta esperada, que es proporcionar a los desarrolladores de software para móviles considerar las peculiaridades que presentan estos dispositivos de acuerdo a lo estudiado en la norma NMX-I-055-NYCE no se tratan de manera particular, sino más bien están enfocados al software tradicional.

Es así como puede concluirse que:

- Se propusieron atributos de la Calidad propios, orientados a los dispositivos móviles.
- Se implementaron características de calidad, por lo que ha surgido un control de la calidad de los sistemas de información para dispositivos móviles de acuerdo a normas nacionales basadas en estándares internacionales ISO.
- Al implementarse las características de Calidad, se han probado y verificado los resultados de las etapas del ciclo de vida del software para Sistemas de Información orientados a dispositivos móviles.

Al hacer uso del modelo de calidad para dispositivos móviles manualmente, se recomienda tener a disposición del personal que realizará la evaluación, los

requerimientos de la documentación, software y sus derivados (según sea la etapa a evaluar) y verificar detalladamente el contenido de estos durante la evaluación.

7.2 Trabajos Futuros

Aportar al Modelo la característica: Reusabilidad en las etapas del ciclo de desarrollo de software elegido.

Automatizar el modelo de calidad y la Base de Datos del sistema podría mejorarse para realizar un estudio y análisis mediante el uso de herramientas de minería de datos, que permitan interpretar y clasificar el impacto de la evaluación en los productos evaluados y transitivamente en los clientes.

Podría perfeccionarse la herramienta que automatiza el modelo, de tal manera que permita que exista un administrador del sistema, que adapte el modelo incluso a características propias del producto evaluado, excepto no se debe permitir la eliminación de características, ni de todas las subcaracterísticas de una característica, porque no se trata de modificar drásticamente el modelo.

Tampoco debe permitirse la eliminación de atributos críticos, porque estos forman parte de los requerimientos básicos del producto, además el resultado de estas modificaciones

7.3 Divulgación de la investigación

INFORME TÉCNICO: “Propuesta de un Modelo Cualimétrico para la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles”. Enero 2007.

“Qualimetric model for the Evaluation of the Quality of the Information Systems in Mobile Devices”. Encuentro Nacional de Computación ENC’07. Simposio de Ingeniería de Software (SIS’07). *Morelia, Michoacán; 24 al 28 de Septiembre del 2007.*

“Propuesta de un Modelo Cualimétrico para la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información en Dispositivos Móviles”. Quinto Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET07). *Cuernavaca, Morelos, México; del 10 al 12 de Octubre del 2007.*

“Propuesta de Atributos para Evaluar la Calidad de Sistemas de Información en Dispositivos Móviles”. 3er. Congreso Internacional “Tendencias Tecnológicas en Computación” (CIDETEC’07). *CIDETEC. México, D.F; 12 al 16 de Noviembre del 2007*

“Propuesta de métricas para evaluar la calidad de sistemas de información orientados a dispositivos móviles”. Sexto congreso Internacional sobre innovación y desarrollo tecnológico. (CIINDET08). *Cuernavaca, Morelos, México; del 8 al 10 de Octubre de 2008.*

“Proyecto de atributos a medir para la estimación de la calidad de sistemas de información diseñados para dispositivos móviles”. Tercer encuentro regional de la Asociación Latinoamericana de Sistémica “Pensamiento y práctica de sistemas en un medios complejo”. *México, D.F., del 6 al 8 de Noviembre de 2008.*

BIBLIOGRAFIA

APLICACIONES de ingeniería Web [en línea]. Estados Unidos de América. Wikipedia la enciclopedia libre. 2009 [Fecha de consulta: marzo 2009]. Disponible desde Internet < http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_Web >

BASIL, V., CALDIERA, C., and ROMBACH, H. Goal question metric paradigm. 1994.

BOEHM, Barry and BROWN J. Quantitative Evaluation of Software Quality. En: Proceedings 2nd International Conference on Software Engineering (1976, San Francisco, California). Trabajos. San Francisco, California, 1976. pp. 592-605.

CALERO, Coral, MORAGA María y PIATTINI, Mario. Web Handbook of Research on Web Information Systems Quality, IGI Global, Estados Unidos de América , 2008. 553 p.

CAVANO, J.P and McCall, J.A. A Framework for the Measurement of Software Quality [en línea]: Proc. of the ACM Software Quality Assurance Workshop. 1978. [Fecha de consulta: Noviembre 2008]. Disponible en < <http://portal.acm.org/> >

COMUNICACIÓN inalámbrica [en línea]. Estados Unidos de América. Wikipedia la enciclopedia libre. 2009 [Fecha de consulta: mayo 2009]. Disponible desde Internet < <http://es.wikipedia.org/wiki/Wireless> >

CUEVAS Rasgado, Alma Delia. La evaluación de los productos software asistida por el sistema MECA, Tesis (Maestro en ciencias de la computación). México, D.F, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en computación, 2003. 90 p.

EISENMANN, T., and POTHEN, S. Harvard Business School, Boston, 2000.

ESTADÍSTICAS de uso en Internet en dispositivos móviles en Europa [en línea]. Málaga, España. Ring, blog sobre desarrollo y usabilidad Web para dispositivos móviles, 2005 [fecha de consulta: 26 diciembre de 2006]. Disponible desde Internet: < <http://www.avidos.net/ring/estadisticas-de-uso-de-internet-en-dispositivos-moviles-en-europa/> >

INICIATIVA para la Web en móviles [en línea]. Barcelona, Madrid, España. Consultoría de usabilidad y diseño centrado en el usuario, 2001 [fecha de consulta: 20 febrero 2007]. Disponible desde Internet: www.usolab.com

INTERFAZ gráfica [En línea]. Argentina. Monografías, el centro de tesis, documentos, publicaciones y recursos educativos más amplio de la red. 2007 [Fecha de consulta: febrero 2007]. Disponible desde Internet < www.monografias.com >

JIMENEZ, Ayala Manuel. Telecomunicaciones móviles, 2da edición, Alfaomega, Barcelona. España, 1999. 261 p.

LOZANO Ortega, Miguel Ángel. Programación de dispositivos móviles con J2ME, Ed. Universidad de Alicante, 2004. 393 p.

MODELO Cualimétrico para la evaluación de la Calidad de la Documentación del Software, México, D.F., Marzo 2001.

MORAGA, M. Á., CALERO, C., y PIATTINI, M. A first proposal of a portal quality model. En: The IADIS International Conference (2004, Ávila, España). E-society. Ávila, España, 2004. pp. 630-638.

NAVALON, Antonio. El celular. Escala. (236): 18-20, marzo 2009.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-006-NYCE. Evaluación de los procesos- parte 1: conceptos y vocabulario. México, D.F. 2004. 26 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-006-NYCE: Tecnología de la información-Evaluación de los procesos- parte 2: Realización de una evaluación. México, D.F. 2004. 23 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-006-NYCE: Tecnología de la información-Evaluación de los procesos- parte 3: Guía para realizar una evaluación. México, D.F. 2004. 77 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-006-NYCE: Tecnología de la información-Evaluación de los procesos- parte 4: Guía de uso para la mejora de los procesos y para la determinación de la capacidad de los procesos. México, D.F. 2004. 29 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-055-NYCE: Tecnología de la información-ingeniería de software-calidad de producto-parte 01: Modelos de calidad, 2006, México, D.F. 31 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A. (C. (México). NMX-I-055-NYCE: Tecnología de la información-ingeniería de software-calidad de producto-parte 02: Métricas externas, 2006, México, D.F. 113 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-055-NYCE: Tecnología de la información-ingeniería de software-calidad de producto-parte 03: Métricas internas, 2006, México, D.F. 77 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-055-NYCE: Tecnología de la información-ingeniería de software-calidad de producto-parte 04: Métricas de calidad en uso, 2006, México, D.F. 73 p.

NORMALIZACION y certificación electrónica A.C. (México). NMX-I-084-NYCE: Tecnología de la información-evaluación del producto software-parte 01: Visión general, 2005, México, D.F. 23 p.

PARASURAMAN, A., ZEITHAMI, V. A., y BERRY, L. L. SERVQUAL: A multi-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. En: Journal of Retailing (1998). pp. 420-450.

PRESSMAN, R.S. Can Internet-Based applications be engineering [en línea]: Software IEE. 1998. [Fecha de consulta: Noviembre 2008]. Disponible en: <<http://ieeexplore.ieee.org/>>

RODRIGUEZ Robledo, Griselda. Sistema ubicuo de historia clínica del paciente, Tesis (Maestro en ciencias de la computación). México, D.F, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en computación, 2006. 92 p.

SAMPSON, D., and MANOUSELIS, N. A flexible evaluation framework for Web portals based on multicriteria analysis. Tatnall, 2004.

SOFTELLIGENCE [en línea]. Querétaro, México. Desarrollo de software inteligente, 2009 [Fecha de consulta: 5 junio 2009]. Disponible desde internet: www.softelligence.com.mx

SOFTWARE Assurance Technology Center. National Aeronautics and Space Administration. Octubre de 2006 <<http://satc.gsfc.nasa.gov/>>

UNA introducción a Internet móvil. Universitat Oberta de Catalunya. 2000. <http://www.uoc.edu/web/esp/articles/berbel/Internet_i_mobilitat.htm>

YANG, Z., CAI, S., ZHOU, Z., and ZHOU, N. Development and validation of an instrument to measure user perceived service quality of information presenting Web portals, 2005. 589 p.