

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS

**DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE
PRODUCTOS DE SOFTWARE, BASADO EN MÉTRICAS EXTERNAS
Y USABILIDAD APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER (MSc,) EN GESTIÓN
DE LAS COMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

DIANA ESTEFANÍA RAMOS PALACIOS

diana_estef@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. Monserrate Intriago Pazmiño, MSc.

monserrate.intriago@epn.edu.ec

Quito, Agosto 2016

DECLARACIÓN

Yo, Diana Estefanía Ramos Palacios, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Diana Estefanía Ramos Palacios

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diana Estefanía Ramos Palacios, bajo mi supervisión.

Ing. Monserrate Intriago, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud hacia mi Familia, quienes han aportado con su granito de arena para el logro de este objetivo, inculcándome valores, deberes, derechos en diversos ámbitos de la vida y me han brindado su apoyo incondicional para los diversos retos presentados.

Además mi agradecimiento hacia Dios, quien es el ser que guía cada uno de mis pasos y me proporciona las fuerzas necesarias para seguir adelante.

Finalmente, mi consideración hacia el Ing. Bolívar Palán y a la Ing. Monserrate Intriago quienes me han orientado en la elaboración de esta Tesis.

En conclusión, el presente trabajo representa el esfuerzo, la dedicación y el emprendimiento para cumplir mi meta estudiantil.

Diana

CONTENIDO

INDICE

CAPITULO 1 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR.....	3
1.1 EXPLORACIÓN DE ESTÁNDARES BASE MODELO	3
1.1.1 MODELOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE A NIVEL PRODUCTO	3
1.1.1.1 Comparativo entre Modelos de Calidad más aceptados de Calidad Externa.....	4
1.1.1.2 Comparativo entre normas 9126-1 y 25010 sobre Calidad en Uso.....	7
1.1.2 PRINCIPALES ESTÁNDARES DE CALIDAD DE SOFTWARE A NIVEL DE PROCESO.....	8
1.1.2.1 Aspectos comunes y comparativos de Modelos	9
1.1.3 RELACIÓN ENTRE ESTÁNDARES ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000.....	10
1.2 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE Y DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE	15
1.3 DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS PRODUCTOS DE SOFTWARE PARA LA OBTENCIÓN DE INDICADORES CUANTITATIVOS DE CALIDAD	17
1.3.1 MAPEO DE CARÁCTERÍSTICAS FUNCIONALES DE TIPOS DE PRODUCTOS DE SOFTWARE CON SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.....	20
1.3.2 SUBCARACTERÍSTICAS COMUNES PARA CALIDAD EXTERNA	20
1.3.3 SUBCARACTERÍSTICAS COMUNES PARA CALIDAD EN USO	21
CAPITULO 2 PROPUESTA DE MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE	22
2.1 MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO.....	22
2.1.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	22
2.1.2 CONFORMIDAD	23
2.1.3 CARACTERÍSTICAS	24
2.1.4 POLÍTICAS.....	24
2.1.5 PERFILES	25
2.1.6 REFERENCIAS NORMATIVAS.....	25
2.1.7 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	26
2.2 DISEÑO MODELO GENÉRICO DE EVALUACIÓN	28

2.2.1	MODELO DE REFERENCIA PARA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE SOFTWARE	28
2.2.2	PROCESO DE EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE SOFTWARE.....	29
2.2.3	ESTRUCTURA	47
2.2.4	MEDICIÓN DEL MODELO	48
2.2.5	INDICADORES MÉTRICAS	48
2.2.5.1	Medición de Criterios de Calidad	48
2.2.5.2	Ponderación de características de calidad externa y en uso para evaluación	50
2.3	GUÍA DE MEDICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO	50
2.3.1	FORMULARIO DE CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE	51
2.3.1.1	Procedimiento de ejecución	51
CAPITULO 3 EVALUACIÓN DE MODELO APLICADO AL CASO DE ESTUDIO.....		55
3.1	DETERMINACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....	55
3.1.1	OBJETIVOS.....	55
3.1.2	DESCRIPCIÓN.....	55
3.1.3	ESPECIFICACIÓN DE REQUIMIENTOS DEL SISTEMA	57
3.1.3.1	Información Preliminar.....	57
3.1.3.2	Requisitos Funcionales	62
3.1.3.3	Requisitos No Funcionales.....	63
3.1.3.4	Características del Sistema.....	64
3.2	APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DE ESTUDIO	65
3.2.1	ANTECEDENTES.....	65
3.2.2	EVALUACIÓN DE CASO DE ESTUDIO	65
3.2.2.1	Características y Subcaracterísticas de calidad externa y en uso.....	65
3.2.2.2	Métricas de Calidad Externa y en Uso para Caso de Estudio	67
3.2.2.3	Ponderaciones de características de Calidad Externa y de Uso	71
3.2.2.4	Aplicaciones de herramientas para ejecución de Modelo de Evaluación.....	72
3.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DE IMPACTO DE MODELO.....	95
CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		99
4.1	CONCLUSIONES.....	99
4.2	RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		102
ANEXOS.....		106

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.1. Modelos de Calidad de software a Nivel de Producto	3
Tabla 1.2. Subcaracterísticas de los Modelos de Calidad de software	4
Tabla 1.3. Características y subcaracterísticas de calidad externa.....	6
Tabla 1.4. Comparación ISO 9126-1 e ISO 25010 para Calidad en Uso	7
Tabla 1.5. Características y Subcaracterísticas para calidad en Uso.....	7
Tabla 1.6. Modelos de Calidad de software a Nivel de Proceso	9
Tabla 1.7. Comparación de Modelos.....	10
Tabla 1.8. Problemas de facilidades de uso.....	16
Tabla 1.9. Tipificación de Productos de Software	17
Tabla 1.10. Tipos y atributos de calidad	19
Tabla 1.11. Mapeo de tipos de software con subcaracterísticas de calidad.....	20
Tabla 1.12. Subcaracterísticas comunes para calidad externa	21
Tabla 1.13. Subcaracterísticas comunes para calidad en uso	21
Tabla 2.1. Elementos del Proceso de Evaluación de Calidad de Productos	29
Tabla 2.2. MP1 - Determinar los requisitos de evaluación	33
Tabla 2.3. MP1.2 - Obtener requisitos de calidad del producto de software	34
Tabla 2.4. MP1.2.2 – Delimitar estructura en el Modelo de Evaluación	35
Tabla 2.5. MP1.3 - Identificar partes del producto a incluirse en la evaluación	36
Tabla 2.6. MP1.3.2 – Clasificar producto de software establecido	37
Tabla 2.7. MP1.3.4 - Seleccionar características funcionales y no funcionales	38
Tabla 2.8. MP2 - Especificar la evaluación	39
Tabla 2.9. MP2.1 - Seleccionar métricas.....	40
Tabla 2.10. MP2.2 - Definir criterios de decisión para métricas	41
Tabla 2.11. MP2.3 - Definir los criterios de decisión de la evaluación.....	42
Tabla 2.12. MP3 - Diseñar la evaluación.....	43
Tabla 2.13. MP3.2 - Determinar elementos involucrados.....	44
Tabla 2.14. MP4 - Ejecutar la evaluación	45
Tabla 2.15. Concluir la evaluación	46

Tabla 2.16. Grado de importancia y escala de métricas de Calidad	49
Tabla 2.17. Nivel de importancia en criterios de calidad externa	49
Tabla 2.18. Nivel de importancia en criterios de calidad en Uso	49
Tabla 2.19. Ponderación de Métricas de Calidad en Uso	50
Tabla 2.20. Calidad Externa – ejemplo formulario.....	53
Tabla 2.21. Calidad en Uso – ejemplo formulario.....	54
Tabla 2.22. Resultado de análisis del modelo de evaluación de calidad.....	54
Tabla 3.1. Objetos participantes videojuego RUNNER	58
Tabla 3.2. Instrucciones juego RUNNER	58
Tabla 3.3. Perfiles de Usuario en juego RUNNER	59
Tabla 3.4. Requisitos Funcionales del caso de estudio.....	63
Tabla 3.5. Requisitos No Funcionales del caso de estudio	64
Tabla 3.6. Atributos para caso de estudio	64
Tabla 3.7. Características y subcaracterísticas de calidad externa para Modelo de Evaluación	66
Tabla 3.8. Características y subcaracterísticas de calidad en uso para Modelo de Evaluación	67
Tabla 3.9. Métricas de calidad externa para Sistema de Evaluación	68
Tabla 3.10. Métricas de calidad en uso para sistema de evaluación	70
Tabla 3.11. Ponderación de características de calidad externa para sistema.....	71
Tabla 3.12. Ponderación de características de calidad en uso para sistema	71
Tabla 3.13 Normalización de Umbrales para modelo.....	77
Tabla 3.14. Puntaje en Escala directa	78
Tabla 3.15. Puntaje en Escala Inversa.....	78
Tabla 3.16. Fórmulas para cálculos de Modelo de Evaluación de productos de software	79
Tabla 3.17. Métricas Externas de Modelo de Evaluación.....	81
Tabla 3.18. Métricas de uso de Modelo de Evaluación	90
Tabla 3.19. Resultados de calidad externa en Modelo de evaluación.....	95
Tabla 3.20. Resultados de Calidad en Uso en Modelo de evaluación	96
Tabla 3.21. Resultados finales de Modelo de evaluación	96

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.1. Partes ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598	11
Figura 1.2. Relación normas ISO/IEC 9126 y 14598.....	12
Figura 1.3. Relación entre ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000	13
Figura 1.4. Modelo de Referencia ISO/IEC 25000	14
Figura 2.1. Modelo de referencia para Evaluación de Producto de Software.....	28
Figura 2.2. Proceso de evaluación de calidad de productos de software.....	29
Figura 2.3. MP1 – Determinar los requisitos de evaluación	30
Figura 2.4. MP2 Especificar la evaluación	31
Figura 2.5. MP3 - Diseñar la evaluación	31
Figura 2.6. Ejecutar la evaluación	32
Figura 2.7. MP5 – Concluir la evaluación.....	32
Figura 2.8. Niveles de jerarquía para un producto software	48
Figura 3.1. Pantalla de bienvenida de juego RUNNER	56
Figura 3.2. Pantalla de instrucciones juego RUNNER	61
Figura 3.3. Pantalla de juego RUNNER	61
Figura 3.4. Pantalla de puntaje juego RUNNER.....	62
Figura 3.5. Métricas para caso de estudio	67
Figura 3.6. Gráfica de Métricas Externas	97
Figura 3.7. Gráfica de Métricas en Uso.....	98
Figura 3.8. Gráfica de Calidad de Sistema.....	98

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto tiene la finalidad de convertirse en una herramienta de medición de calidad de los productos de software permitiendo determinar el nivel de calidad que poseen los sistemas adquiridos por las empresas.

El propuesto Modelo de Evaluación de la Calidad de Productos de Software surge de la investigación comparativa de características externas y en uso.

El presente documento está conformado por cuatro capítulos, detallados a continuación:

- Primer capítulo, presenta una comparación de los modelos más conocidos de Calidad, los cuales sirven de base para establecer el modelo. Además, define la relación entre las normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000 y el modelo McCall, identificando las características más notables. También, se efectúa un análisis de la situación actual de la problemática de calidad del software y la determinación de características funcionales de los Productos de software.
- Segundo capítulo, describe la propuesta y su proceso de evaluación. Adicional, se define la estructura, parámetros de medición, métricas y herramientas de evaluación. Dichas herramientas están conformadas por formularios de hojas de cálculo que permiten aplicar el cómputo de las métricas.
- Tercer capítulo, se evalúa el modelo en un caso de estudio. Mediante un análisis del Producto se describen los requisitos del sistema a verificar, se establecen las características del software más importantes a ser consideradas por el evaluador y se realizan los cálculos para obtener las valoraciones de calidad del sistema.
- Cuarto capítulo, se exponen las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

PRESENTACIÓN

El desarrollo del proyecto se basa en las necesidades de las organizaciones por disponer de una herramienta de medición de Calidad de los productos de software permitiendo establecer los niveles que poseen los sistemas adquiridos.

En el mercado existe una gran variedad de productos de software disponibles, las organizaciones se enfrentan a una la problemática de conocer de forma acertada la calidad de cada producto y adquirir el más conveniente. Sin embargo, en muchos contratos de desarrollo no se incluyen cláusulas de acuerdo que estipulen la manera en que se comparte este tipo de información.

Por lo tanto, para comprobar que el software disponga de las medidas necesarias que permitan el funcionamiento y puesta en marcha es importante realizar su validación mediante el diseño de un modelo genérico de evaluación de Calidad de Productos de software basado en la investigación comparativa de modelos y normas ISO. Lo que permite identificar las características de calidad comunes y la determinación de subcaracterísticas, atributos, métricas de acuerdo al caso de estudio a evaluar. El instrumento para efectuar el proceso de evaluación, es la elaboración de un formulario que contiene parámetros para medir la Calidad del software y cuyos resultados de Calidad externa y en uso se derivan del cálculo de valores realizados en el caso de estudio seleccionado.

En base a los datos cuantificables, se establece el nivel de Calidad que tiene el sistema y se determina que el producto evaluado alcance los mínimos de calidad esperada.

CAPITULO 1

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

1.1 EXPLORACIÓN DE ESTÁNDARES BASE MODELO

1.1.1 MODELOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE A NIVEL PRODUCTO

Definición de Modelos de Calidad

“Son el conjunto de factores de calidad, y de relaciones entre ellos, que proporciona una base para la especificación de requisitos de calidad y para la evaluación de la calidad de los componentes software” [1].

En la tabla 1.1, se describen los modelos de calidad más aceptados a nivel de Producto de software [8], y son:

- Modelo de McCall [34].
- ISO/IEC 9126-1 [20].
- ISO/IEC 25010 [27].

Tabla 1.1. Modelos de Calidad de software a Nivel de Producto

MODELO	DESCRIPCIÓN	ATRIBUTOS
McCall	Basado en el producto final, identificando atributos claves desde la visión del Cliente.	Organiza los factores en 3 ejes Tiene 11 factores, 23 criterios, 41 métricas.
ISO/IEC 9126-1	Presenta el concepto de calidad del producto descompuesto en calidad interna, externa y en uso.	Compuesto por características, subcaracterísticas, atributos y métricas y conformado por 6 características.
ISO/IEC 25010	Describe el modelo de calidad para el Producto software y para la calidad en uso.	Modelo para Producto de software compuesto de 8 características. Modelo para calidad en uso compuesto por 5 características.

Fuente. McCall, ISO 9126-1, ISO 25010 [34] [20] [27]
Elaborado. Diana Ramos P.

1.1.1.1 Comparativo entre Modelos de Calidad más aceptados de Calidad Externa

Los modelos de calidad surgen como elementos para el análisis de la calidad de los componentes de software.

Para realizar la investigación comparativa se asociaron las características de los modelos de calidad (McCall, ISO 9126 e ISO 25010), estableciendo las semejanzas comunes y sus subcaracterísticas correspondientes representadas en tabla 1.2.

Tabla 1.2. Subcaracterísticas de los Modelos de Calidad de software

CARACTERÍSTICA	McCall	ISO 9126 -1 SUBCARACTERÍSTICA	ISO 25010 SUBCARACTERÍSTICA
Adecuación Funcional		Idoneidad	Idoneidad
		Exactitud	Compleitud
	Corrección (factor)		Corrección
	Interoperabilidad (factor)	Interoperabilidad	
	Seguridad	Seguridad	
		Cumplimiento de Funcionalidad	
Fiabilidad	Precisión	Madurez	Madurez
	Tolerancia a fallos	Tolerancia a fallos	Tolerancia a fallos
	Consistencia	Capacidad de recuperación	Capacidad de recuperación
			Disponibilidad
		Cumplimiento de fiabilidad	
	Modularidad		
	Simplicidad		
	Exactitud		
Eficiencia en el desempeño		Comportamiento temporal	Comportamiento temporal
		Utilización de Recursos	Utilización de Recursos
		Cumplimiento de Eficiencia	
	Eficiencia en ejecución		
	Eficiencia en almacenamiento		

CARACTERÍSTICA	McCall	ISO 9126 -1 SUBCARACTERÍSTICA	ISO 25010 SUBCARACTERÍSTICA
Usabilidad		Comprensión	Comprensión
	Aprendizaje	Aprendizaje	Aprendizaje
	Operatividad	Operatividad	Operatividad
		Atractividad	Atractividad
			Protección a errores usuario
			Accesibilidad
		Cumplimiento de usabilidad	
	Formación		
	Comunicación		
Mantenibilidad		Capacidad para análisis	Capacidad para análisis
		Capacidad para cambios	Capacidad para cambios
		Capacidad de ser probado	Capacidad de ser probado
	Modularidad		Modularidad
			Reusabilidad
	Consistencia	Estabilidad	
		Cumplimiento de mantenibilidad	
	Auto Descripción		
	Concisión		
	Simplicidad		
Portabilidad	Modularidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad
		Capacidad de instalación	Capacidad de instalación
		Capacidad de Reemplazo	Capacidad de Reemplazo
		Coexistencia	
		Cumplimiento de Portabilidad	
	Independencia entre sistema y software		
	Independencia del Hardware		

Fuente. Modelo McCall, ISO 9126, ISO 25010 [34] [20] [27]
Elaborado. Diana Ramos P.

En la tabla 1.3, se detallan las subcaracterísticas de calidad obtenidas de la investigación.

Tabla 1.3. Características y subcaracterísticas de calidad externa

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS
Adecuación Funcional	Idoneidad
	Compleitud
	Corrección
Fiabilidad	Madurez
	Tolerancia a fallos
	Capacidad de recuperación
	Disponibilidad
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal
	Utilización de Recursos
Usabilidad	Comprensión
	Aprendizaje
	Operatividad
	Atractividad
	Protección a errores usuario
	Accesibilidad
Mantenibilidad	Capacidad para ser analizado
	Capacidad para cambios
	Modularidad
	Capacidad de ser probado
	Reusabilidad
Portabilidad	Adaptabilidad
	Capacidad de ser instalado
	Intercambialidad

Elaborado. Diana Ramos P.

Se toma como referencia la calidad externa de la norma ISO/IEC 25000 porque abarca un mayor número de criterios para validar al producto final.

1.1.1.2 Comparativo entre normas 9126-1 y 25010 sobre Calidad en Uso

La tabla 1.4, representa las subcaracterísticas existentes entre las normas ISO/IEC 9126-1 e ISO/IEC 25010. No se considera el Modelo McCall porque no tiene definida esta categorización.

Tabla 1.4. Comparación ISO 9126-1 e ISO 25010 para Calidad en Uso

CARACTERÍSTICA	ISO 9126 -1 SUBCARACTERÍSTICA	ISO 25010 SUBCARACTERÍSTICA
Efectividad	Efectividad	Efectividad
Eficiencia	Eficiencia	Eficiencia
Satisfacción	Utilidad	Utilidad
Libertad de riesgo	Riesgo de daño económico	Riesgo de daño económico
	Riesgo de Salud	Riesgo de Salud
	Riesgo Ambiental	Riesgo Ambiental
Cobertura de Contexto	N/E	Flexibilidad
	N/E	Integridad de contexto

Fuente. ISO 9126-1, ISO 25010 [20] [27]

Elaborado. Diana Ramos P.

En la tabla 1.5, se establece una selección de los subcaracterísticas de calidad más idóneos para el desarrollo del modelo propuesto.

Tabla 1.5. Características y Subcaracterísticas para calidad en Uso

CARACTERÍSTICA	SUBCARACTERÍSTICA
Efectividad	Efectividad
Eficiencia	Eficiencia
Satisfacción	Utilidad
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo de salud y seguridad
Cobertura de Contexto	Integridad de contexto

Elaborado. Diana Ramos P.

Después del análisis efectuado, la norma ISO/IEC 25000 presenta un mayor número de características en Uso para evaluar al producto dentro del modelo propuesto.

Se destacan los siguientes aspectos:

- La ventaja del estudio comparativo es la obtención de subcaracterísticas de calidad más adecuadas entre los modelos comparados. Se identifica coincidencias clave para la selección de métricas que aportarán en el desarrollo del modelo propuesto.
- La desventaja que presenta el modelo de McCall frente a los modelos ISO/IEC 9126-1 e ISO/IEC 25010 es que no diferencia entre calidad interna, externa y en uso, sino se enfoca en el desarrollo de factores de calidad basado en tres ejes orientados al producto de software.

En consecuencia, no existe un modelo completo que pueda evaluar todos los componentes de software, ni medir su calidad de forma integral, debido a que cada modelo tiene sus características definidas. Por este motivo, la investigación de este trabajo se basa en la exploración de estos modelos como propuesta para la elaboración de un Modelo de Calidad seleccionando los atributos externos y en uso comunes.

Además, si bien la calidad de un producto se orienta a la satisfacción del cliente, su evolución permite y demanda la obtención de un producto de calidad.

1.1.2 PRINCIPALES ESTÁNDARES DE CALIDAD DE SOFTWARE A NIVEL DE PROCESO

En la tabla 1.6, se describen los modelos de calidad más aceptados a nivel de proceso de software como:

- ISO/IEC 9004.
- CMMI ACQ.
- ISO/IEC 15504.

Tabla 1.6. Modelos de Calidad de software a Nivel de Proceso

MODELO	DESCRIPCIÓN	ATRIBUTOS
ISO/IEC 9004	Provee una guía para la mejora continua del desempeño de una organización, basada en un enfoque a procesos.	Cumple las necesidades y expectativas de los clientes a largo plazo, y de forma balanceada.
CMMI ACQ	Contiene las mejores prácticas y directrices para la adquisición de productos y servicios.	Adopta prácticas útiles para alcanzar sus objetivos de negocio.
ISO/IEC 15504	Mejora y evalúa procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información y productos de software.	Evalúa la capacidad o madurez de los procesos de una organización.

Fuente. Modelos de Evaluación: Análisis Comparativo [7]

Elaborado por: Diana Ramos P.

1.1.2.1 Aspectos comunes y comparativos de Modelos

La creciente producción de software, debido a la alta demanda del uso de las tecnologías de la información, causa la aparición de modelos y estándares de medición de calidad a disposición de las empresas desarrolladoras de software para su selección y aplicación adecuada.

No existen métodos de comparación actualizados entre los modelos estudiados a nivel de proceso de software. Se elabora una recopilación de las características principales tanto cuantitativas como cualitativas especificadas en la tabla 1.7.

Tabla 1.7. Comparación de Modelos

CARACTERÍSTICAS	ISO 9004	CMMI ACQ	ISO 15504
Aplicación	Genérico	Software y Sistemas	Software y Sistemas
Procesos	Estructura propia	Estructura propia	Actúa en conjunto con ISO 12207
Herramientas	Encuestas satisfacción	Encuestas satisfacción y casos de estudio	'Trials' y esfuerzo empírico
Objetivo	Guía para la mejora continua	Mejora del proceso, adopta mejores prácticas	Valoración del proceso y guía para la mejora
Representación	Plana	Continua y por etapas	Continua (por etapas a nivel de proceso)
Técnicas análisis	Guías y listas comprobación	Cuestionarios de evaluación	Varios
Método mejora de procesos	Ninguno, guía ISO 9004	IDEAL, mapa guiado	SPICE 4ª Parte
Niveles madurez	5 niveles	5 niveles	6 niveles

Fuente. Modelos de Evaluación: Análisis Comparativo [27]

Elaborado por: Diana Ramos P.

Los modelos y estándares comparados están presentes en las empresas desarrolladoras de software otorgando beneficios como: mejora de la visibilidad de los proyectos, comunicación, planificación, calidad del producto, consolidación de conocimiento y experiencias, que en conjunto con el incremento de la capacidad, productividad, aumentan la satisfacción del cliente obteniendo más competitividad.

1.1.3 RELACIÓN ENTRE ESTÁNDARES ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000

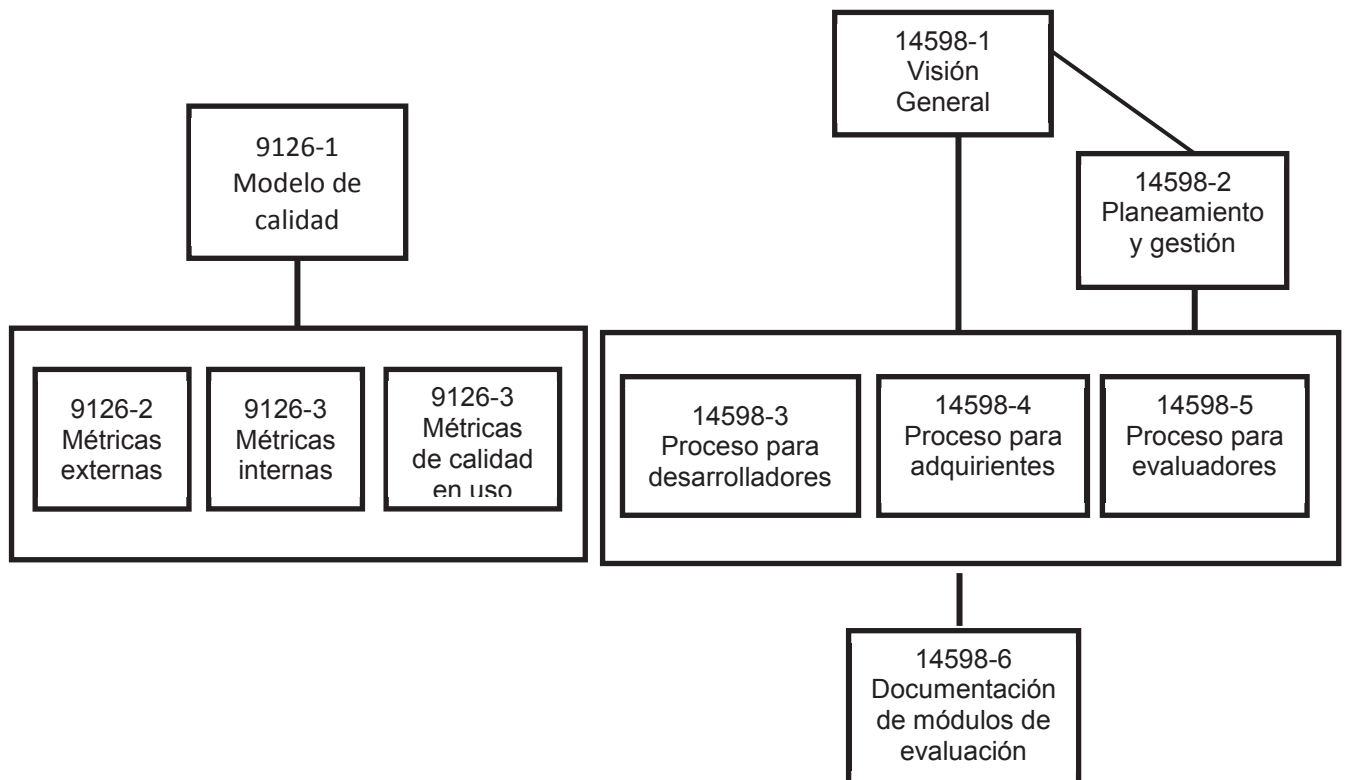
- La norma ISO/IEC 9126 establece un esquema de evaluación de calidad del software, está dividido en 4 partes: modelo de calidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso.

Propone un modelo de calidad que sirva como elemento principal en un proceso de evaluación aplicado a cualquier tipo de Software [20].

- La norma ISO/IEC 14598 se refiere a la evaluación de la calidad del producto proporcionando una descripción general de los procesos y los requisitos para los métodos de medición. Este estándar consta de 6 partes: visión general, planeamiento-gestión, proceso para desarrolladores, compradores, evaluadores y documentación [22], ver anexo 5.

La figura 1.1, visualiza los elementos conformados por la norma ISO/IEC 9126, y el estándar ISO/IEC 14598.

Figura 1.1. Partes ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598

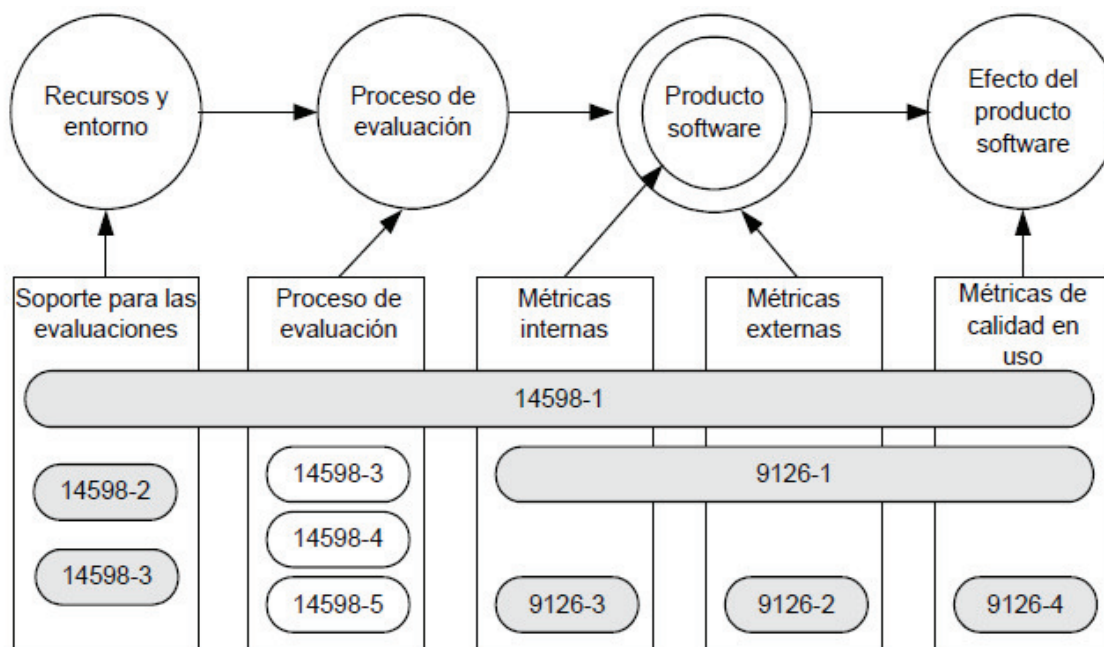


Fuente. ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 [20] [23]

Elaborado por. ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598

En la figura 1.2, se muestra la forma en que las dos normas se relacionan entre sí.

Figura 1.2. Relación normas ISO/IEC 9126 y 14598



Fuente. ISO/IEC 9126 y 14598 [20] [23]

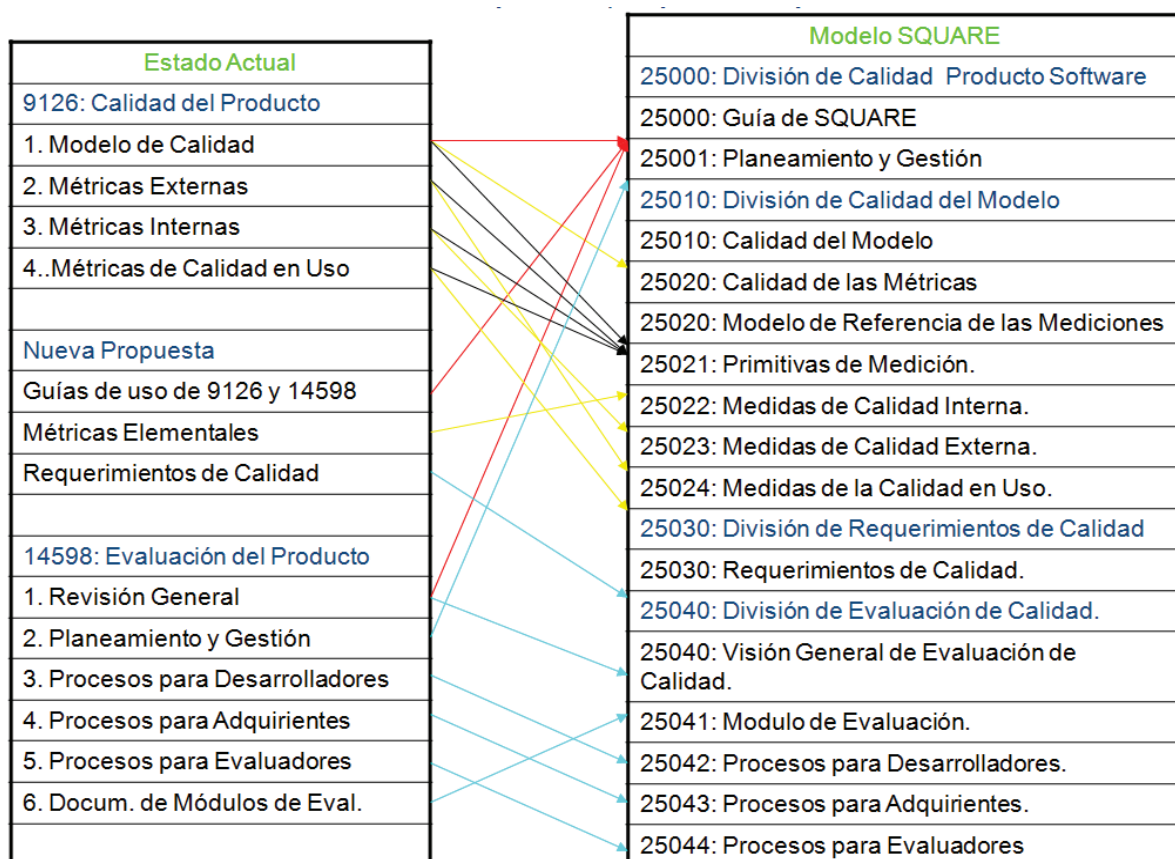
Elaborado por: ISO/IEC 9126 y 14598.

La relación entre estas dos normas consiste en:

- El uso de la norma ISO/IEC 9126 debe ser aplicada en conjunto con la norma ISO/IEC 14598.
- El proceso de evaluación selecciona el modelo de calidad ISO/IEC 9126-1 [20], extrayendo los requisitos en términos de características.
- Define las actividades necesarias para analizar, especificar, diseñar, ejecutar acciones y concluir la evaluación de cualquier clase de producto de software.

Posteriormente, las normas ISO/IEC 14598 y la ISO/IEC 9126 han sido englobadas en una nueva propuesta denominada proyecto SQUARE (ISO/IEC 25000), es una familia de estándares que permiten la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto de software [25]. En la figura 1.3 se puede visualizar esta relación existente.

Figura 1.3. Relación entre ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000



Fuente. ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000 [20] [23] [25]

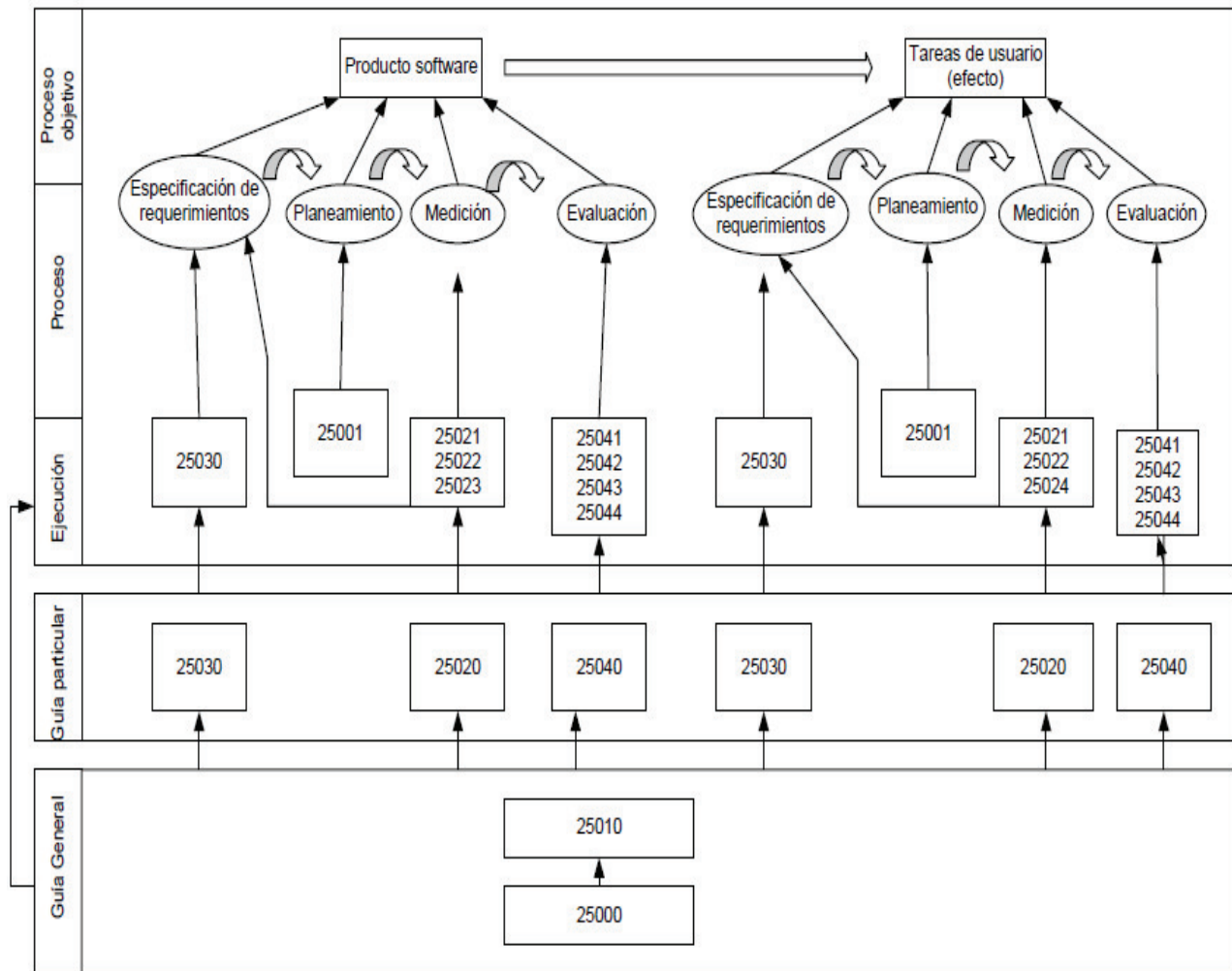
Elaborado por: ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000

ISO/IEC 25000 se encuentran orientados a la evaluación y especificación de un sistema de software que puede describirse desde su uso, a nivel externo y a nivel interno. SQUARE reunifica ambos procesos utilizando como base un proceso de medida de la calidad [25], ver anexo 6.

Se establece criterios para la especificación de requisitos de calidad de Productos de Software, métricas y evaluación.

En la figura 1.4, se visualiza el modelo de referencia SQUARE con las normas que conforman el estándar.

Figura 1.4. Modelo de Referencia ISO/IEC 25000



Fuente. ISO/IEC 25000 [25]
 Elaborado por: ISO/IEC 25000

1.2 ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE Y DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

El software está presente en diversos sectores de la actividad humana como: la industria, el comercio, las finanzas, el gobierno, la salud, la educación, las artes, etc. La relación de este recurso con las organizaciones es cada vez más estrecha y dependiente, debido que el software mediante la automatización de tareas, y demás actividades fundamentales, se ha transformado en uno de los principales objetivos estratégicos de las instituciones [4].

El problema fundamental con relación al fracaso de los proyectos de software es el incumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente final, originado por la falta de participación del usuario, requerimientos incompletos, cambios a última hora o por una incorrecta interpretación de los mismos.

Inclusive, se construyen proyectos y productos que no alcanzan los mínimos de calidad esperada, porque no disponen de una validación específica e implementada causados por la falta de parámetros de medición de la calidad del software.

Esta problemática es originada por los siguientes factores:

- **Diversidad de criterios para valoración de escala:** para la medición de un producto de software, existen dos tipos de escala que procesan datos de distinta naturaleza, mientras la valoración cuantitativa realiza mediciones numéricas, la cualitativa es el resultado de la apreciación de la calidad.

Estas opciones representan dos formas diferentes de evaluar, convirtiéndose en una tarea de interpretación por parte del evaluador la asignación de los rangos para la cuantificación de datos, y la categorización cuando un elemento presente valores decimales.

- **Diferentes criterios de medición:** un inconveniente de los productos implementados o adquiridos es la dificultad de efectuar mediciones, porque varias funcionalidades del producto final no corresponden con los requerimientos para los que fue diseñado y solicitado por el cliente.

El alto grado de características externas de los sistemas no permite elegir atributos claves para su medición, delimitando a ciertos criterios para el desarrollo del modelo propuesto.

- **No se establecen normas de medición estandarizadas:** diversidad de metodologías y marcos de trabajo de calidad de productos de software contienen un sin número de estándares y buenas prácticas que no definen el campo de acción a revisar.
- **El usuario final que requiere utilizar el software no se interesa por sus componentes internos:** sino por la forma de presentación visual del sistema y las facilidades de uso que presta el paquete de software de acuerdo a sus necesidades. En la tabla 1.8, se describen algunos problemas de este factor.

Tabla 1.8. Problemas de facilidades de uso

PROBLEMA	DESCRIPCIÓN
Resolución de pantalla	Asegurar que el sistema utilice una resolución de 1024 x 768
Barra de navegación / menú	El usuario no realice repetidamente clic en el botón "atrás" para encontrar la información buscada
Caracterización color	Seleccionar colores apropiados con textos evidentes y, enlaces
Tamaño de texto	Elegir un tipo de letra con un tamaño adecuado.
Descripción	Proporcionar una descripción detallada del producto.
Diseño de Interfaces de Usuario	Poner atención en los estándares para la creación de interfaces de usuario.
Exactitud	Disponer de precisión en cifras numéricas.
Legibilidad	Considerar aspectos para visualización de texto.

Fuente. Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación [15]

Elaborado por: Diana Ramos P.

A pesar de la existencia de diversos modelos para certificar la calidad es difícil armonizar todas las características en un único modelo que reúna criterios comunes en la obtención de productos de software de alto nivel.

La solución de esta propuesta de evaluación de la calidad de los productos de software, sin importar su propósito de creación, se basa en variables que surgen de la investigación comparativa, generando un diseño de un modelo práctico, innovador, genérico, basado en modelos y estándares de calidad, con el objetivo de permitir la identificación del mejor sistema adquirido por las empresas.

1.3 DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS PRODUCTOS DE SOFTWARE PARA LA OBTENCIÓN DE INDICADORES CUANTITATIVOS DE CALIDAD

En la determinación de las características comunes de los productos de software se realiza una tipificación de los sistemas más relevantes en el mercado, los cuales se describen en la tabla 1.9.

Tabla 1.9. Tipificación de Productos de Software

TIPOS	DESCRIPCIÓN
Genéricos	Producidos por una organización de desarrollo y se venden en el mercado a cualquier cliente.
Específico	Sistemas solicitados por un cliente en particular para su desarrollo.
Sistema	Conjunto de programas que sirven para interactuar con el sistema.
Aplicación	Ayuda a realizar una tarea determinada.
Científico y de Ingeniería	Usado para estudiar, emular o mostrar el resultado de investigación científica.
Empotrado	Reside dentro de un producto para realizar algunas tareas específicas.
Comercial	Distribuido por compañías que implica una transacción monetaria por el producto.
N – Capas	Define la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño.

TIPOS	DESCRIPCIÓN
Cliente – Servidor	Modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios.
Orientada a la Web	Describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso.
Orientada a Móviles	Diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos.

Fuente. Tipos de Software [13]
Elaborado por: Diana Ramos P

Una vez identificados los productos de software por tipo, se realiza la categorización asociando de acuerdo a los siguientes aspectos:

- **Ámbito de acción:** agrupan los principales campos de software como el Genérico y Específico.
- **Ámbito de aplicación:** realiza una tarea determinada y está enfocada en un área específica para su utilización. Se consideran los siguientes tipos de software como: Sistema, Aplicación, Científico y de Ingeniería, Empotrado y Comercial.
- **Arquitectura:** son los componentes que llevan a cabo alguna tarea, sus interfaces y su comunicación. Los tipos que pertenecen a esta asociación son: N – capas, cliente – servidor, orientada a la web, orientada a móviles.

En la determinación de las características de los productos de software, se selecciona la categoría del ámbito de aplicación porque comprende de una mayor variedad de tipos de software para realizar este análisis. De lo expuesto anteriormente, se lista los atributos más relevantes de los tipos de software escogidos en la tabla 1.10.

Tabla 1.10. Tipos y atributos de calidad

TIPO	ATRIBUTOS
SISTEMA	Control a programas
	Operación permanente
	Compartición de recursos
	Concurrencia
	Variedad de interfaces externas
APLICACIÓN	Procesamiento de datos
	Alto consumo de recursos
	Detección de errores
	Facilidad de ejecución
	Fácil e intuitivo de utilizar
CIÉNTÍFICO E INGENIERIA	Cálculos avanzados
	Alta resolución de pantalla
	Simulación de comportamiento
	Tiempo real
	Corrección y exactitud de operaciones
EMPOTRADO	Reside en memoria de lectura
	Control de procesos y funciones
	Librerías reutilizables
	Interacción con usuario
	Tiempo real
COMERCIAL	Desarrollo genérico
	Posee restricciones de uso
	Certificación de calidad
	Facilidad de uso
	Mejor diseño de interfaces

Fuente. Fuente. Tipos de Software [13]
 Elaborado por: Diana Ramos P.

La categoría de ámbito de acción contiene las categorías de aplicación y de arquitectura. Todo paquete de software de los tipos definidos anteriormente puede agruparse en software genérico (“off-the-shelf”) o específico (medida).

1.3.1 MAPEO DE CARÁCTERÍSTICAS FUNCIONALES DE TIPOS DE PRODUCTOS DE SOFTWARE CON SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

En la tabla 1.11, se realiza una asociación de las características funcionales de los tipos de productos de software definidos en la tabla 1.10 y su relación con las subcaracterísticas de calidad externa y en uso para el desarrollo del modelo de calidad de software.

Tabla 1.11. Mapeo de tipos de software con subcaracterísticas de calidad

TIPOS	SUBCARACTERÍSTICAS CALIDAD EXTERNA	SUBCARACTERÍSTICAS CALIDAD EN USO
SISTEMA	Idoneidad	Efectividad
	Disponibilidad	Efectividad
	Utilización de recursos	Efectividad
	Madurez	Productividad
	Atractividad	Utilidad
APLICACIÓN	Complejidad	Efectividad
	Utilización de recursos	Productividad
	Protección a errores usuario	Utilidad
	Operatividad	Utilidad
	Comprensión	Utilidad
CIÉNTÍFICO E INGENIERIA	Complejidad	Efectividad
	Atractividad	Utilidad
	Idoneidad	Efectividad
	Comportamiento temporal	Productividad
	Corrección	Productividad
EMPOTRADO	Utilización de recursos	Efectividad
	Complejidad	Efectividad
	Reusabilidad	Integridad de Contexto
	Atractividad Accesibilidad	Utilidad
COMERCIAL	Adaptabilidad	Flexibilidad
	Accesibilidad	Riesgo daño económico
	Capacidad de ser probado	Productividad
	Aprendizaje	Utilidad
	Atractividad	Utilidad

Elaborado por: Diana Ramos P.

1.3.2 SUBCARACTERÍSTICAS COMUNES PARA CALIDAD EXTERNA

En la tabla 1.12, se muestran los resultados obtenidos del mapeo de las subcaracterísticas comunes de calidad externa con los tipos de Producto de Software especificados. La información es parte del desarrollo del modelo propuesto.

Tabla 1.12. Subcaracterísticas comunes para calidad externa

SUBCARACTERISTICA	SISTEMAS	APLICACIÓN	CIENTIFICO E INGENIERIA	EMPOTRADO	COMERCIAL
Idoneidad	X		X		
Complejidad		X	X	X	
Utilización de recursos	X	X		X	
Accesibilidad				X	
Comportamiento temporal			X	X	
Atractividad	X		X	X	X

Elaborado por: Diana Ramos P.

1.3.3 SUBCARACTERÍSTICAS COMUNES PARA CALIDAD EN USO

A continuación, en la Tabla 1.13, se visualizan los resultados obtenidos sobre los subcaracterísticas comunes en uso con los tipos de producto de software definidos, mismo que servirá como base para el desarrollo del modelo propuesto.

Tabla 1.13. Subcaracterísticas comunes para calidad en uso

SUBCARACTERISTICA	SISTEMAS	APLICACIÓN	CIENTIFICO E INGENIERIA	EMPOTRADO	COMERCIAL
Efectividad	X	X	X	X	X
Productividad	X	X	X	X	X
Utilidad	X	X	X	X	X
Riesgo daño económico					X
Integridad de contexto				X	

Elaborado por: Diana Ramos P.

CAPITULO 2

PROPUESTA DE MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE

2.1 MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO

2.1.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El Modelo de evaluación de calidad de productos de software basado en métricas externas y en uso nace de la investigación comparativa, a partir de características externas y en uso, con el propósito de convertirse en una herramienta de medición, permitiendo determinar los niveles de calidad de los sistemas de las empresas.

Inicialmente, las características están representadas por requisitos no funcionales (RNF), que son los parámetros ingresados por el cliente para valorar el producto, los cuales se asocian con los requisitos funcionales (RF) para ser entendidos por el software y obtener como resultado sus métricas. Los datos iniciales recolectados son de naturaleza subjetiva de acuerdo al enfoque de los clientes y dependiendo del sistema a revisar se tendrán las diferentes características.

Generalmente, los RNF incluyen restricciones de tiempo, propiedades emergentes del sistema como fiabilidad, tiempo de respuesta, capacidad de almacenamiento, entre otras. También, definen limitaciones como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema, etc.

Se realiza una exploración de los estándares más aceptados sobre calidad de software (ISO/IEC 9126-1, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25010) con la finalidad de escoger información relevante que sirva de apoyo en el desarrollo del modelo, seleccionando un conjunto de funcionalidades para la evaluación de los componentes de software y definiendo métricas de medición cuantitativa aplicado a una categoría generalizada dependiendo del caso de estudio. Se puede elegir usar o

no una métrica propuesta en el modelo y aplicar las métricas más adecuadas para un dominio de estudio.

Este documento contiene:

1. Comparativa de los modelos más conocidos de calidad externa y en uso de los productos de software.
2. Selección de características comunes sobre calidad externa y en uso.
3. Categorización de tipos de producto de software más conocidos.
4. Asociación del producto de software con la categorización seleccionada.
5. Mapeo de características funcionales y no funcionales de los productos de software vs subcaracterísticas de calidad externa y en uso.

Los resultados del proceso de evaluación de calidad del producto de software pueden ser utilizados por:

- Gestores, midiendo la conformidad con los requisitos y realizando mejoras donde sea necesario.
- Analistas, estableciendo las relaciones entre métricas externas y en uso.
- Personal responsable, determinando cómo mejorar los procesos mediante el estudio de la información de la calidad de producto evaluado.

2.1.2 CONFORMIDAD

El desarrollo del modelo propuesto se ajusta a la selección de aspectos importantes de las referencias normativas orientadas a los tipos de producto de software existentes en el mercado.

2.1.3 CARACTERÍSTICAS

Para el desarrollo del modelo propuesto se listan las siguientes propiedades:

- Obtención de características comunes de calidad externa y en uso de la comparación de los estándares escogidos de evaluación de calidad.
- Definición de subcaracterísticas de calidad externa y en uso dependiendo del caso de estudio aplicado.
- Categorización de los tipos de producto de software y selección de la clasificación más generalizada en el mercado.
- Asociación del producto de software con la categorización realizada.
- Determinación de características de los tipos de productos de software basado en el caso de estudio elegido.
- Mapeo de las subcaracterísticas de calidad de software vs características de los productos de software.
- Establecer el nivel de importancia de las características de calidad externa y en uso.
- Elaboración de ponderaciones del producto de software evaluado, asignando una calificación y especificando la mejor opción del sistema.
- Determinación de indicadores cuantitativos con relación a los datos disponibles del producto de software.

2.1.4 POLÍTICAS

Se describen las políticas del modelo de evaluación propuesto:

- El diseño del modelo de Evaluación cuenta con características, subcaracterísticas, niveles de atributos y métricas para valorar el nivel de Calidad de los productos de software.
- Las especificaciones del producto de software deben ser claras y concretas para realizar el Proceso de Evaluación.

- El evaluador debe utilizar como única herramienta de medición el formulario de Calidad de Productos de Software.
- Los resultados obtenidos de la ejecución del modelo deben ser expresados en términos cuantitativos y cualitativos para determinación de calidad del producto.
- Compromiso en ofrecer altos niveles de satisfacción de las necesidades explícitas e implícitas de los stakeholders por medio del diseño de una herramienta de medición de calidad de los productos de software.

2.1.5 PERFILES

Entre los usuarios a los que está dirigido este trabajo se incluyen:

- Evaluadores, individuo u organización, realiza la evaluación.
- Compradores, individuo u organización, obtiene un sistema, producto o servicio de software de un proveedor.
- Proveedores, individuo u organización, tiene un compromiso contractual con el comprador para el suministro de un sistema o producto cuando valida la calidad del software en una prueba de calificación.
- Usuario, individuo u organización, emplea el producto de software para realizar una función específica al evaluar la calidad en una prueba de aceptación.
- Director de calidad, individuo u organización, realiza una evaluación sistemática del producto cuando evalúa la Calidad del Software como parte del aseguramiento y control de Calidad [20].

2.1.6 REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son necesarios para la aplicación de este trabajo.

- IEEE 610, Términos de Ingeniería de Software.
- ISO/IEC 9126-1:2001, Calidad del Producto - Parte 1: Modelo de Calidad.

- ISO/IEC 9126-2, Calidad del Producto - Parte 2: Métricas Externas.
- ISO/IEC 9126-4, Calidad del Producto - Parte 4: Métricas de Calidad en uso.
- ISO/IEC 14598-1:1999, Evaluación del producto de software - Parte 1: Visión general.
- ISO/IEC 14598-2:2000, Evaluación del producto - Parte 2: Planificación y gestión.
- ISO/IEC 14598-5:1998, Evaluación del producto de software - Parte 5: Proceso para evaluadores.
- ISO/IEC 14598-6:2001, Evaluación del producto - Parte 6: Documentación de los módulos de evaluación.
- ISO/IEC 25000:2005, Requerimientos y Evaluación de Calidad del producto de software (Square) – Guía para Square.
- ISO/IEC 25010:2001, Requerimientos y Evaluación de sistemas y calidad de software (Square) – Modelos de calidad del sistema y software.
- ISO/IEC 25020:2007 Requerimientos y Evaluación de Calidad del Producto de Software (Square) - Modelo de Referencia y Guía de Medición.
- ISO/IEC 25030:2007, Requerimientos y Evaluación de Calidad del Producto de Software (Square) – Requerimientos de Calidad.
- IEC 25040:2011 Requerimientos y Evaluación de Sistemas y Calidad de Software (Square) – Proceso de Evaluación.
- IEC 25041:2011 Requerimientos y Evaluación de Sistemas y Calidad de Software (Square) – Guías de Evaluación para los desarrolladores, compradores y evaluadores.

2.1.7 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Usabilidad: conjunto de atributos relacionados con el uso de un producto de Software por parte del usuario.

Modelo de análisis: Algoritmo o cálculo que combina uno o más medidas base y/o derivadas con criterios de decisión asociados.

Atributo: Propiedad o característica inherente de una entidad que puede ser distinguida cuantitativamente o cualitativamente por una persona o por medios automatizados.

Contexto de uso: Usuarios, tareas, el equipo y los entornos físicos - sociales en las que se utiliza un producto.

Calidad de Software: Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario [9].

Modelo de Calidad de Software: Representa los requerimientos y necesidades propios de cada organización y las demandas de sus consumidores. Su formulación debe contemplar su adaptación y aplicación según el contexto y las características esperadas del software a evaluar [9].

Métrica: Contiene la definición de un método de medición o de cálculo y la escala asociada. El método de medición es la secuencia lógica particular de operaciones y posibles heurísticas, especificada para permitir la realización de la descripción de una métrica por una actividad de medición.

Ponderación: Es una medida de tendencia central que es conveniente cuando un conjunto de datos tiene un valor correspondiente con respecto a los demás datos. Sirve para calcular o evaluar teniendo como referencia distintos tipos de parámetros.

Indicador: Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad. Resultado cuantitativo de comparar dos variables.

Requisito No Funcional: especifica criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos.

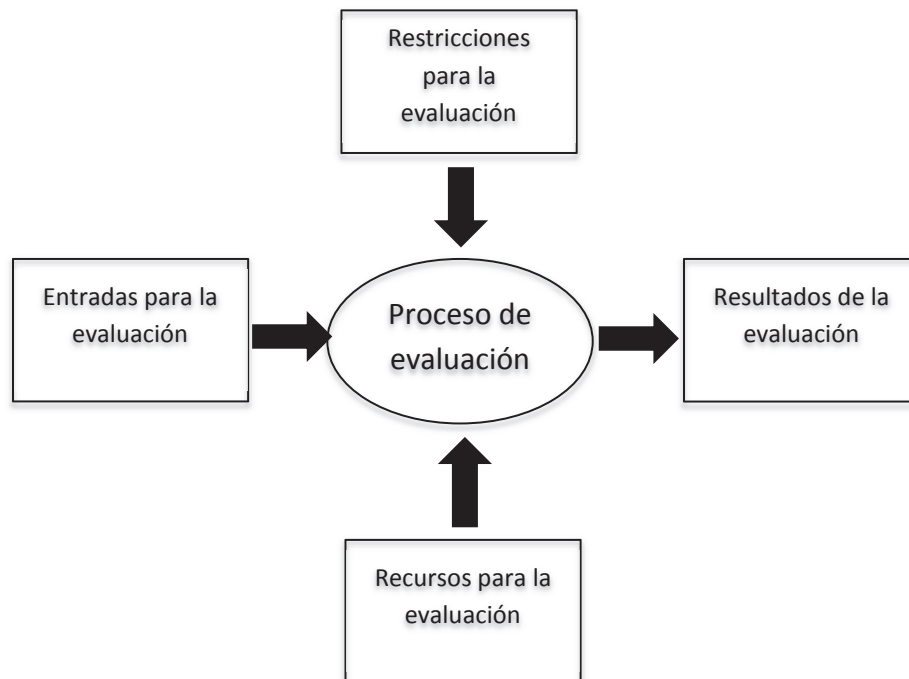
2.2 DISEÑO MODELO GENÉRICO DE EVALUACIÓN

En esta sección se realizará la definición de características, subcaracterísticas y atributos de la calidad externa y en uso, con una descripción de las métricas a utilizarse en el proceso de evaluación.

2.2.1 MODELO DE REFERENCIA PARA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE SOFTWARE

La figura 2.1, representa el modelo de referencia para la evaluación de la calidad del producto de software.

Figura 2.1. Modelo de referencia para Evaluación de Producto de Software



Fuente. ISO/IEC 25040, ISO/IEC 14598-5 [25]
Elaborado por: ISO/IEC 25040

Se toma como referencia principalmente la norma ISO/IEC 25040, empleada en la valoración de productos y en la descripción de requerimientos generales para la especificación, evaluación, representación del proceso para su aplicación.

En el siguiente cuadro, se describen los elementos que forman parte del modelo de referencia en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Elementos del Proceso de Evaluación de Calidad de Productos

ENTRADAS	SALIDAS	RECURSOS	RESTRICCIONES
Producto de software	Métricas	Metodología	Costos
Requisitos de evaluación	Criterios de decisión	Herramientas de evaluación	Entorno
	Plan de evaluación	Recursos Humanos	Instrumentos
	Reportes de evaluación	Sistema de información	

Fuente. Evaluación de Calidad de Producto de Software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000 [18]

Elaborado por: Diana Ramos P.

2.2.2 PROCESO DE EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE SOFTWARE

Es la ejecución de una serie de acciones consecutivas, con roles responsables, herramientas de apoyo, y metodologías que conducen al logro de objetivos.

En la construcción del modelo, se especifican las siguientes etapas como: determinación de los requerimientos de la evaluación, especificación, diseño, ejecución y conclusión de los resultados obtenidos, ver en la figura 2.2 [26].

Figura 2.2. Proceso de evaluación de calidad de productos de software

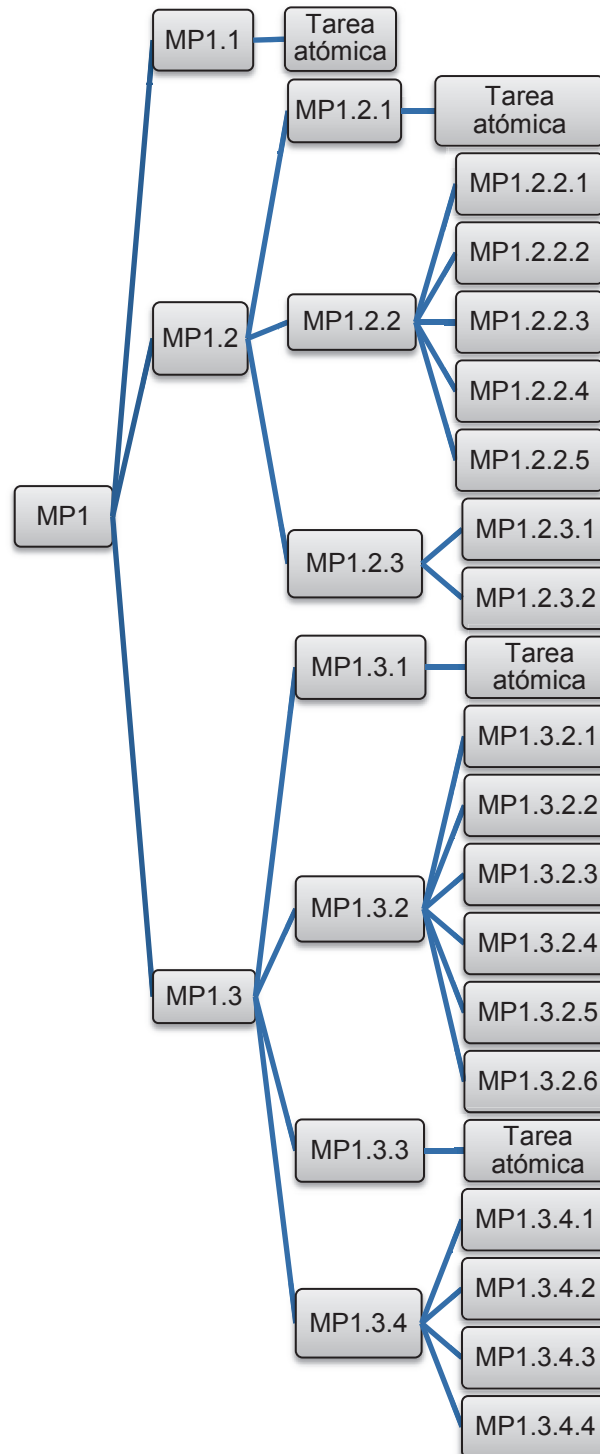


Fuente. ISO/IEC 25000, ISO/IEC 14598-5 [25] [26]

Elaborado por: Diana Ramos P.

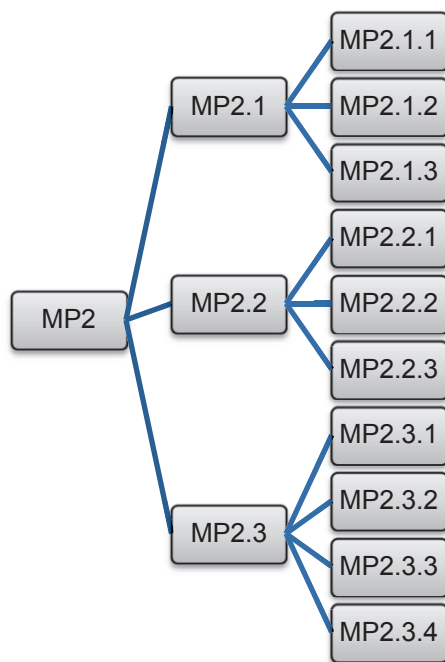
El proceso *MP1 - Determinar de requisitos de evaluación*, comprende de los siguientes elementos, ver figura 2.3.

Figura 2.3. MP1 – Determinar los requisitos de evaluación



El proceso *MP2 Especificar la evaluación*, comprende de los siguientes elementos, ver figura 2.4.

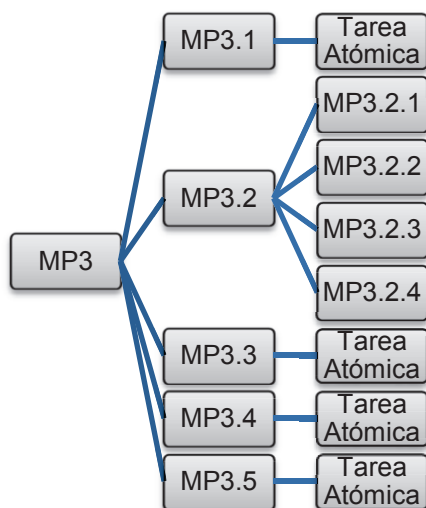
Figura 2.4. MP2 Especificar la evaluación



Elaborado por: Diana Ramos P

El proceso *MP3 - Diseñar la evaluación*, comprende de los siguientes elementos, ver figura 2.5.

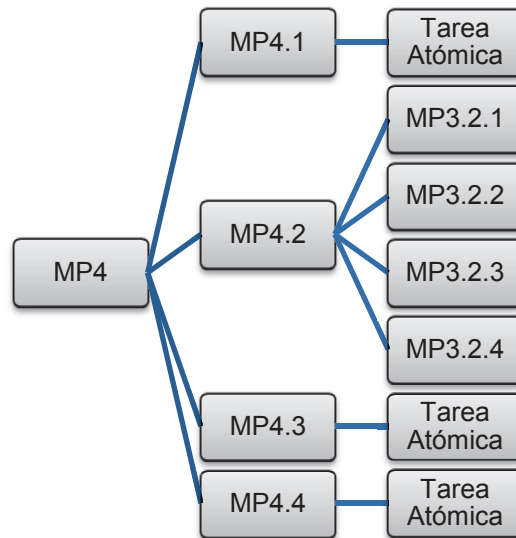
Figura 2.5. MP3 - Diseñar la evaluación



Elaborado por: Diana Ramos P.

El proceso *MP4 - Ejecutar la evaluación*, comprende de los siguientes elementos, ver figura 2.6.

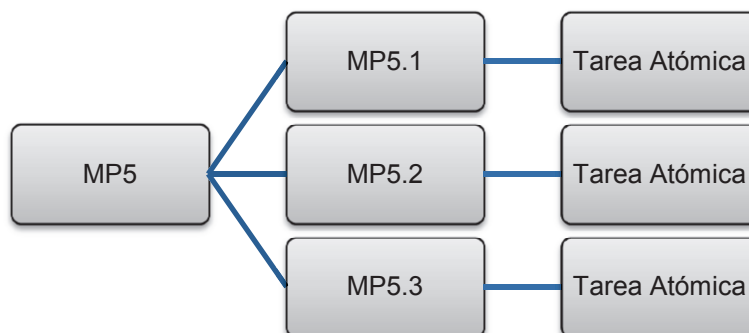
Figura 2.6. Ejecutar la evaluación



Elaborado por: Diana Ramos P

El proceso *MP5 – Concluir la evaluación*, comprende de los siguientes elementos, ver figura 2.7.

Figura 2.7. MP5 – Concluir la evaluación



Elaborado por: Diana Ramos P

Nota. En las figuras 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2,7 existen tareas atómicas que no pueden ser divididas y no se encuentran definidas en las tablas que describen las fases del proceso de evaluación.

En la tabla 2.2, representan los elementos que intervienen en la primera etapa de la determinación de los requisitos de evaluación.

Tabla 2.2. MP1 - Determinar los requisitos de evaluación

Nombre: Determinar los requisitos de evaluación		
Descripción: Consiste en establecer los requisitos de la evaluación.		
Entradas	Tareas	Salidas
Necesidad de evaluación	Establecer propósito de evaluación	Especificación de requisitos
Modelos base de Calidad del producto	Obtener los requisitos de calidad del producto	Determinación de propósito de evaluación
Producto de software	Identificar partes del producto a ser incluidas en la evaluación	Determinación de estructura modelo
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> MP1_1[MP1.1 Establecer propósito de evaluación] MP1_1 -.-> Note[Aplicado a Producto SW] Note -.-> MP1_1 MP1_1 --> MP1_2[MP1.2 Obtener requisitos de Calidad] MP1_2 --> MP1_3[MP1.3 Identificar partes del producto] MP1_3 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos		
N/A		
Precondiciones		
Definición del Producto de Software a evaluar		
Postcondiciones		
Determinación de propósito de evaluación Determinación de estructura modelo de Calidad de Producto Especificación de requisitos de calidad		

Fuente. ISO/IEC 14598-5, ISO/IEC 25040 [25] [26]

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.3, representan las tareas y elementos incluidos en el subproceso de obtención de requisitos de calidad del producto de software.

Tabla 2.3. MP1.2 - Obtener requisitos de calidad del producto de software

Nombre: Obtener los requisitos de calidad del producto de software		
Descripción: Se identifica las partes interesadas en el producto software y se especifican los requisitos de calidad del producto utilizando un determinado modelo de calidad.		
Entradas Producto de software	Tareas Describir Producto de Software Delimitar estructura modelo genérico (características, subcaracterísticas, atributos) Clasificar modelo a desarrollar (Calidad externa, Calidad en uso)	Salidas Determinación de características
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start((Producto SW)) --> T1[MP1.2.1 Describir Producto de Software] T1 --> T2[MP1.2.2 Delimitar estructura modelo genérico] T2 --> T3[MP1.2.3 Clasificar modelo a desarrollar] T3 --> T3_1[MP1.2.3.1 Calidad externa] T3 --> T3_2[MP1.2.3.2 Calidad de uso] T3_1 --> End(()) T3_2 --> End style End fill:#f00,stroke:#f00 </pre>		
Formularios Anexos N/A		
Precondiciones Definición modelo genérico de evaluación de calidad de producto de software Especificación de requisitos		
Postcondiciones Obtención de requisitos de calidad del producto de software		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.4, representan las tareas del subproceso para definir la estructura en el Modelo de evaluación.

Tabla 2.4. MP1.2.2 – Delimitar estructura en el Modelo de Evaluación

Nombre: Delimitar estructura de modelo de evaluación de calidad de Productos		
Descripción: Realiza un comparativo entre los criterios de calidad externa y de uso de los modelos más aceptados para obtener criterios más relevantes.		
Entradas Descripción de factores de calidad comunes en los modelos Descripción de criterios	Tareas Elegir modelos de calidad externa y de uso Comparar factores entre modelos de Calidad Seleccionar factores comunes entre modelos de Calidad Describir criterios en base a características escogidos Obtener criterios relevantes	Salidas Características coincidentes de modelos escogidos Subcaracterísticas relevantes de normas seleccionadas
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP1.2.2.1 Elegir modelos de Calidad externa y de uso] T1 --> T2[MP1.2.2.2 Comparar factores entre modelos de Calidad] T2 --> T3[MP1.2.2.3 Seleccionar factores comunes entre modelos de Calidad] T3 --> T4[MP1.2.2.4 Describir criterios en base a factores escogidos] T4 --> T5[MP1.2.2.5 Obtener criterios relevantes] T5 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos N/A		
Precondiciones Selección de modelos de Calidad externa y de uso más aceptados		
Postcondiciones Criterios resultantes de Calidad externa y de uso		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.5, representan las tareas y elementos que conforman el subproceso de identificación de partes del producto de software a incluirse en la evaluación.

Tabla 2.5. MP1.3 - Identificar partes del producto a incluirse en la evaluación

Nombre: Identificar las partes del producto a ser incluidas en la evaluación		
Descripción: Determina las partes del producto de software incluidas en la evaluación.		
Entradas Producto de Software	Tareas Describir producto de software para caso de estudio Clasificar producto de software establecido Seleccionar información del producto de software Especificar características funcionales y no funcionales	Salidas Especificación de partes del producto a evaluar
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP1.3.1 Describir Producto de Software] T1 --> T2[MP1.3.2 Clasificar producto de software establecido] T2 --> T3[MP1.3.3 Seleccionar información del producto de software] T3 -.-> Doc[Documentación] T3 --> T4[MP1.3.4 Seleccionar características funcionales y no funcionales] T4 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos N/A		
Precondiciones Obtención de requisitos de Calidad		
Postcondiciones Especificación de partes producto a evaluar		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.6, representan las tareas del subproceso para clasificar el producto de software establecido.

Tabla 2.6. MP1.3.2 – Clasificar producto de software establecido

Nombre: Clasificar el Producto de Software establecido		
Descripción: Tipifica el Producto de Software y categoriza de acuerdo a los ámbitos de acción, aplicación de software y arquitectura.		
Entradas Categorías de Software Tipos de Software	Tareas Obtener listado de tipo de producto de Software relevantes Obtener listado de categorías de Software relevantes Clasificar los tipos de producto de Software con categorías Describir características comunes de tipos de producto de software Seleccionar la categoría más general para los tipos de Producto de Software Ubicar características del producto en matriz de tipos y categorías seleccionadas.	Salidas Categorías de Software importantes Tipos de Software más conocidos
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP1.3.2.1 Obtener listado tipos producto sw relevantes] Start --> T2[MP1.3.2.2 Obtener listado categorías relevantes] T1 --> T3[MP1.3.2.3 Clasificar tipos de producto sw con categorías] T2 --> T3 T3 --> T4[MP1.3.2.4 Describir características comunes de tipos producto sw] T3 --> T5[MP1.3.2.5 Seleccionar categoría más general] T4 --> T6[MP1.3.2.6 Ubicar características de tipos producto en categoría seleccionada] T5 --> T6 T6 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos N/A		
Precondiciones Tipos de Producto de Software		
Postcondiciones Establecer características de tipos de Producto de Software		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.7, representan las tareas del subproceso para seleccionar las características funcionales y no funcionales.

Tabla 2.7. MP1.3.4 - Seleccionar características funcionales y no funcionales

Nombre: Especificar características funcionales y no funcionales del producto de software		
Descripción: Realiza un mapeo de los criterios de calidad de Software del modelo de evaluación de calidad vs características del Producto de Software.		
Entradas Características del Producto de software	Tareas Seleccionar características importantes del Producto de Software a evaluar Describir los criterios externos y de uso a evaluar Definir los criterios de calidad externa a partir de las características del producto software Definir los criterios de calidad en uso a partir de las características del producto software	Salidas Determinar criterios de calidad externa de Producto de software Determinar criterios de calidad en uso de Producto de software
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP1.3.4.1 Seleccionar características importantes del producto a evaluar] T1 --> T2[MP1.3.4.2 Describir los criterios externos y de uso a evaluar] T2 --> T3[MP1.3.4.3 Definir los criterios externos a partir de características del producto] T3 --> T4[MP1.3.4.4 Definir los criterios de uso a partir de características del producto] T4 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos		
Características Software Criterios de Calidad externa y de uso		
Precondiciones		
Tipos de Producto de Software		
Postcondiciones		
Especificar módulos de evaluación		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.8, representan los elementos que intervienen en la especificación de la evaluación.

Tabla 2.8. MP2 - Especificar la evaluación

Nombre: Especificar la evaluación		
Descripción: Se especifican los módulos de evaluación (compuestos por las métricas, herramientas y técnicas de medición) y los criterios de decisión que se aplicarán en la evaluación.		
Entradas Requisitos a evaluar Necesidad de evaluación	Tareas Seleccionar métricas Definir criterios de decisión para métricas Definir criterios de decisión para evaluación	Salidas Obtención de métricas y criterios de decisión
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR A((Especificación de requisitos)) --> B[MP2.1 Seleccionar métricas] B --> C[MP2.2 Definir criterios de decisión para métricas] C --> D[MP2.3 Definir criterios de decisión para evaluación] D --> E((Métricas y criterios de decisión)) F[Escala de valores y rangos] -.- C G[Procedimientos y lineamientos] -.- D </pre>		
Formularios Anexos Documentación Normas ISOS Formulario de Evaluación de Calidad		
Precondiciones Requisitos para evaluar		
Postcondiciones Elaboración de métricas Especificación de criterios de decisión		

Fuente. ISO/IEC 14598-5, ISO/IEC 25040 [25] [26]

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.9, representan las tareas del subproceso de selección de métricas en el proceso de Evaluación.

Tabla 2.9. MP2.1 - Seleccionar métricas

Nombre: Seleccionar métricas		
Descripción: Selecciona las métricas de calidad, técnicas y herramientas (módulos de evaluación) que cubran todos los requisitos de la evaluación. Dichas métricas deben permitir que, en función de su valor, se puedan realizar comparaciones fiables con criterios que permitan tomar decisiones.		
Entradas Especificación de requisitos	Tareas Describir producto de software Escoger métricas de Calidad ISO Especificar métricas base modelo	Salidas Obtención de métricas y criterios de decisión
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP2.1.1 Describir Producto de Software] T1 --> T2[MP2.1.2 Escoger métricas de ISO 25022 - 25023] T2 --> T3[MP2.1.3 Especificar métricas base modelo] T3 --> End(()) T2 -.-> Doc[Normas ISO 25022 - 25023] </pre>		
Formularios Anexos		
Documentación métricas ISOS Formulario Evaluación de Calidad		
Precondiciones		
Especificación de requisitos para medición		
Postcondiciones		
Elaboración de métricas		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.10, representan las tareas del subproceso de definición de criterios de decisión para métricas.

Tabla 2.10. MP2.2 - Definir criterios de decisión para métricas

Nombre: Definir criterios de decisión para métricas		
Descripción: Realiza una asignación del grado de importancia para valorar los criterios de calidad externa y de uso, con su respectivo significado dependiendo del tipo de Producto de Software a evaluar mediante una escala numérica.		
Entradas Requisitos de calidad producto	Tareas Asignar rangos para cuantificar del modelo Generar equivalencia de acuerdo al rango definido Establecer el nivel de importancia de acuerdo a los criterios de calidad	Salidas Nivel de importancia de criterios externos y de uso
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR A((Requisitos calidad)) --> B[MP2.2.1 Asignar rangos para cuantificar del modelo] B --> C[MP2.2.2 Generación de equivalencia de acuerdo al rango definido] C --> D[MP2.2.3 Establecer nivel de importancia de acuerdo a los criterios de calidad] D --> E((Nivel de importancia)) </pre>		
Formularios Anexos Criterios de calidad externa y de uso		
Precondiciones Requisitos de calidad producto		
Postcondiciones Nivel de importancia		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.11, representan las tareas que integran el subproceso de definición de criterios de decisión de la evaluación de productos de software.

Tabla 2.11. MP2.3 - Definir los criterios de decisión de la evaluación

Nombre: Definir los criterios de decisión de la evaluación		
Descripción: Elaboración de ponderaciones asignando una calificación e indicando la mejor opción para el producto evaluado		
Entradas Requisitos de calidad producto	Tareas Especificar el grado de importancia de acuerdo a los criterios de calidad Asignar ponderación en porcentaje a los criterios de calidad Establecer niveles de puntuación al sistema Valorar la calidad del Sistema	Salidas Ponderaciones de criterios externas y de uso
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP2.3.1 Especificar el grado de importancia de criterios de Calidad] T1 --> T2[MP2.3.2 Asignar de ponderación en porcentaje] T2 --> T3[MP2.3.3 Establecer niveles de puntuación para el sistema] T3 --> T4[MP2.3.4 Obtener ponderaciones de calidad] T4 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos Requisitos de calidad producto		
Precondiciones Escala de valores		
Postcondiciones Ponderaciones de métricas		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.12, representan los elementos que forman parte del diseño de la evaluación.

Tabla 2.12. MP3 - Diseñar la evaluación

Nombre: Diseñar la evaluación		
Descripción: Se define el plan con las actividades de evaluación que se deben realizar.		
Entradas Fases antecedentes de evaluación	Tareas Describir propósito de evaluación Determinar elementos involucrados Determinar tiempos a evaluar Definir el entorno de evaluación Delimitar actividades	Salidas Actividades de plan de ejecución realizadas
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> MP3.1[MP3.1 Describir propósito de evaluación] MP3.1 --> MP3.2[MP3.2 Determinar elementos involucrados] MP3.2 --> MP3.3[MP3.3 Determinar tiempos a evaluar] MP3.3 --> MP3.4[MP3.4 Definir el entorno de evaluación] MP3.4 --> MP3.5[MP3.5 Delimitar actividades] MP3.5 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos Plan evaluación		
Precondiciones Fases antecedentes de evaluación		
Postcondiciones Ejecución de actividades de Plan de evaluación		

Fuente. ISO/IEC 14598-5, ISO/IEC 25040 [25] [26]

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.13, representan las tareas que conforman el subproceso de determinación de elementos involucrados en el proceso de evaluación.

Tabla 2.13. MP3.2 - Determinar elementos involucrados

Nombre: Determinar elementos que intervienen en diseño de evaluación		
Descripción: Se realiza la especificación de elementos que intervienen en diseño de evaluación		
Entradas Fases antecedentes de evaluación	Tareas Definir recursos humanos que intervienen en la evaluación Establecer herramientas para evaluar Revisar métodos a emplear Utilizar estándares	Salidas Elementos especificados en plan de evaluación
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR A((Elementos definidos)) --> B[MP3.2.1 Definir recursos humanos] B --> C[MP3.2.2 Establecer herramientas] C --> D[MP3.2.3 Revisar métodos] D --> E[MP3.2.4 Utilizar estándares] E --> F((Elementos especificados)) </pre>		
Formularios Anexos		
Plan Evaluación		
Precondiciones		
Requisitos de calidad		
Postcondiciones		
Ejecución de actividades de plan de evaluación		

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.14, representan los elementos que forman parte de la fase de ejecución de la evaluación.

Tabla 2.14. MP4 - Ejecutar la evaluación

Nombre: Ejecutar la evaluación		
Descripción: Se ejecutan las actividades de evaluación obteniendo las métricas de calidad y aplicando los criterios de evaluación		
Entradas Elección de métricas	Tareas Efectuar mediciones Aplicar criterios de decisión para métricas Aplicar criterios de decisión para evaluación Obtener grado de valoración de producto	Salidas Obtención de métricas y criterios de decisión
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> T1[MP4.1 Efectuar mediciones] T1 --> T2[MP4.2 Aplicar criterios de decisión para las métricas] T2 --> T3[MP4.3 Aplicar criterios de decisión para la evaluación.] T3 --> T4[MP4.4 Obtener grado de valoración de producto] T4 --> End(()) </pre>		
Formularios Anexos		
Métricas Criterios de decisión		
Precondiciones		
Diseño Plan de evaluación		
Postcondiciones		
Revisión de grado de valoración		

Fuente. ISO/IEC 14598-5, ISO/IEC 25040 [25] [26]
Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 2.15, representan los elementos que forman parte de la fase de conclusión de la evaluación.

Tabla 2.15. Concluir la evaluación

Nombre: Concluir la evaluación		
Descripción: Se concluye la evaluación de la calidad del producto software, realizando el informe de resultados que se entregará al cliente y revisando con éste los resultados obtenidos		
Entradas Obtención de métricas	Tareas Revisar resultados Realizar tratamiento de datos Crear un informe de evaluación	Salidas Generación de informe
Flujo de Tareas		
<pre> graph LR Start(()) --> MP5.1[MP5.1 Revisar resultados] MP5.1 --> MP5.2[MP5.2 Realizar tratamiento de datos] MP5.2 --> MP5.3[MP5.3 Crear informe de evaluación] MP5.3 --> End((())) MP5.3 -.-> Report[Informe de evaluación] </pre>		
Formularios Anexos Métricas		
Precondiciones Plan de evaluación ejecutado		
Postcondiciones Informe de evaluación		

Elaborado por: Diana Ramos P.

2.2.3 ESTRUCTURA

El Modelo contiene un catálogo de partida de criterios de calidad externa y en uso, que sirve de base para la evaluación de la calidad a partir de la *Exploración de Estándares base Modelo* realizada en el capítulo 1, subcapítulo 1.1. Con esta visión se pretende mapear con las características principales de los productos de software requeridos.

El objetivo es disponer de un conjunto de subcaracterísticas de calidad más abstractas que puedan ser utilizadas en los distintos sistemas en el modelo, con la finalidad de garantizar una adquisición idónea del Producto de Software [5].

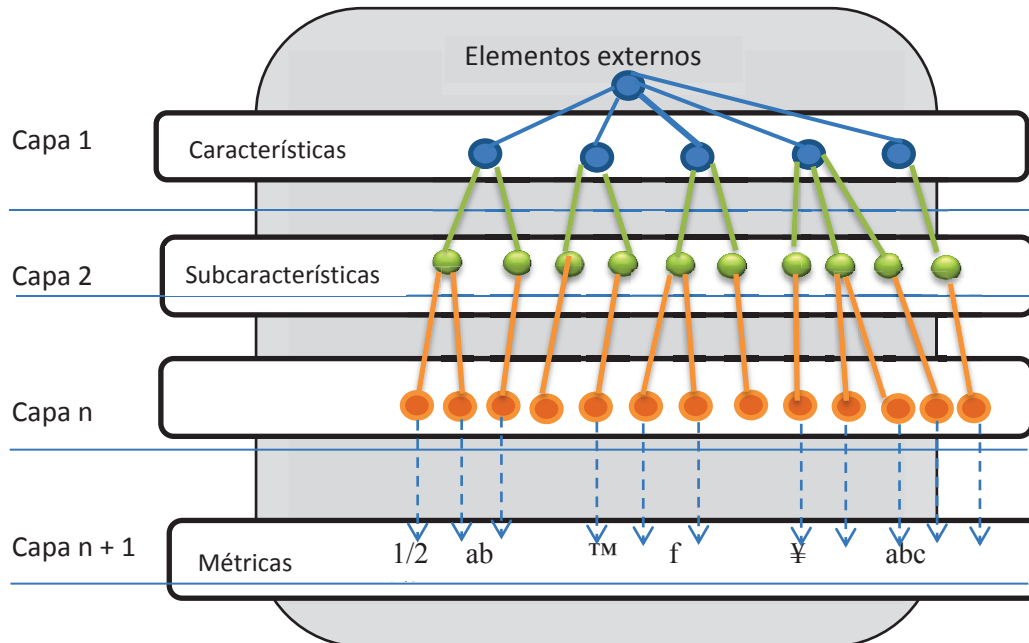
Además, tiene la ventaja de proporcionar una vista común y comparable en cada sistema.

Se describen ciertas propiedades estructurales para el desarrollo del modelo de evaluación:

- Número de capas, es una medida para determinar el nivel de detalle del producto de software. Si se definen más niveles hay una descripción más detallada del tipo de componente a evaluar.
- Tipos de elementos, contenidos en alto nivel para propósitos de clasificación, y de bajo nivel destinados a la descripción detallada y a la evaluación de características observables de los componentes.
- Dimensiones como la específico/general.
- Factores externos y en uso que pueden ser directamente percibidos por los usuarios.

Se puede encontrar una relación entre el número de capas y los tipos de elementos que intervienen en el modelo, dando un número determinado de capas por tipo de elemento, ver la figura 2.8.

Figura 2.8. Niveles de jerarquía para un producto software



Fuente. Calidad Componentes Software [5].
Modificado por: Diana Ramos P.

2.2.4 MEDICIÓN DEL MODELO

En el modelo de Evaluación propuesto, se miden los atributos porque son más simples de calcular, provienen de subcaracterísticas y a su vez preceden de características de calidad. La descomposición del atributo se evalúa con datos recolectados, cuya combinación proporciona el nivel de calidad de un producto.

2.2.5 INDICADORES MÉTRICAS

2.2.5.1 Medición de Criterios de Calidad

Previo a la descripción de las métricas de calidad, es fundamental puntualizar la valoración de los criterios de calidad mediante la elaboración de una escala de medición para la definición del grado de importancia como se muestra en la tabla 2.16.

Tabla 2.16. Grado de importancia y escala de métricas de Calidad

ESCALA	SIGNIFICADO	GRADO DE IMPORTANCIA
8 – 10	Criterio relevante	Alto
5 – 7	Criterio de calidad no indispensable	Medio
1 – 4	Criterio de calidad no necesario	Bajo

Elaborado por: Diana Ramos P.

De las comparaciones realizadas, a nivel de subcaracterísticas de calidad externa y en uso, se adjuntan ejemplos del estándar de referencia para determinar el nivel de importancia descritas en la tabla 2.17 y tabla 2.18.

Tabla 2.17. Nivel de importancia en criterios de calidad externa

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	GRADO DE IMPORTANCIA
Adecuación Funcional	Pertinencia funcional	Medio
	Complejidad funcional	Alto
Eficiencia de desempeño	Utilización de recursos	Medio
	Comportamiento temporal	Alto
Usabilidad	Accesibilidad	Alto
	Estética	Medio

Elaborado por: Diana Ramos P.

Tabla 2.18. Nivel de importancia en criterios de calidad en Uso

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	GRADO DE IMPORTANCIA
Efectividad	Efectividad	Alto
Eficiencia	Eficiencia	Alto
Satisfacción	Utilidad	Alto
Libertad de Riesgo	Libertad de riesgo económico	Medio
Cobertura de contexto	Complejidad de contexto	Bajo

Elaborado por: Diana Ramos P.

2.2.5.2 Ponderación de características de calidad externa y en uso para evaluación

La ponderación de las características de calidad externa y en uso depende del grado de importancia del producto de software, estos valores están sujetos al criterio del evaluador y se encuentran divididos entre las características que fueron aplicadas. La sumatoria debe ser el 100%.

En la tabla 2.19, se presenta un ejemplo de la ponderación que se asigna a las características más relevantes de calidad en uso. El mismo proceso se realiza con las características de calidad externa. Se toma como referencia las normas ISO/IEC 9126-2 [21], ISO/IEC 9126-4 [22], ISO/IEC 25022 [28] e ISO/IEC 25023 [29].

Tabla 2.19. Ponderación de Métricas de Calidad en Uso

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	NIVEL DE IMPORTANCIA	PORCENTAJE
Efectividad	Efectividad	Alto	0,3
Eficiencia	Eficiencia	Alto	0,3
Satisfacción	Utilidad	Alto	0,2
Libertad de Riesgo	Libertad de riesgo económico	Medio	0,1
Cobertura de contexto	Compleitud de contexto	Bajo	0,1

Elaborado por: Diana Ramos P

Además, el resultado final de las características de calidad externa y en uso determina el nivel de calidad del sistema a valorar.

2.3 GUÍA DE MEDICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO

Los documentos empleados en la guía de medición son:

- Formulario de Calidad, ver anexo 1.
- Documentos de apoyo, ver anexo 2.

Estos elementos facilitan al rol de los evaluadores en la valoración de la calidad del producto de software.

2.3.1 FORMULARIO DE CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE

Para la aplicación del modelo y el análisis de calidad de los productos de software se elabora un formulario, que es un documento conformado por secciones de parámetros, métricas de calidad externa, métricas de calidad en uso y resultado final.

La matriz presenta los siguientes campos:

- Atributo: criterio de calidad externa o de uso.
- Métrica: nombre de medida cuantitativa de calidad externa o de uso.
- Descripción Fórmula: parámetros para aplicar la fórmula.
- Aplica Métrica: opción (SI/NO) para evaluación de las métricas.
- Umbral: opción (1/0) para determinar el valor mínimo o máximo de calidad.
- Fórmula: cálculos para generar la métrica.
- Valor: resultado a partir de la métrica.
- Ponderación (Métrica 10 puntos): calificación sobre 10 puntos de la métrica valorizada.
- Parcial: resultado obtenido del promedio del atributo medido.

2.3.1.1 Procedimiento de ejecución

Se detalla los pasos para utilizar la matriz de Calidad.

1. Definir el producto de software, se especifica el sistema que va realizar la evaluación.
2. Asociar con el tipo y categoría de Producto de Software, se especifica en la tabla 1.12 Categorización de productos de software.
3. Describir las características y subcaracterísticas de calidad externa y en uso, dependiendo *del* tipo de producto software y el nivel de importancia, revisar en *1.1.1.1 Comparativo entre Modelos de Calidad más aceptados en calidad Externa*.
4. Seleccionar las métricas de calidad de acuerdo a los requisitos no funcionales y funcionales y al criterio del evaluador.

5. Definir la ponderación en porcentaje de las características de calidad externa y en uso.
6. Ingresar en el documento del Formulario de calidad y elaborar los siguientes puntos.
 - 6.1 Ubicarse en la pestaña de **Métricas Externa** (ver Anexo 3), escoger en opción aplica métrica (SI/NO) y si es afirmativa ingresar valores de fórmulas a calcular.
 - 6.2 Ubicarse en la pestaña de **Métricas en Uso** (ver Anexo 4), escoger en opción aplica métrica (SI/NO) y si es afirmativa ingresar valores de fórmulas a calcular.
 - 6.3 Situarse en la pestaña de **Calidad Externa**, se visualiza el resultado obtenido de cada característica de calidad, resultado de la multiplicación del valor del grado de importancia con el promedio obtenido de sus métricas.
 - 6.4 Situarse en la pestaña de **Calidad en Uso**, se visualiza el resultado obtenido de cada característica de Calidad, resultado de la multiplicación del valor del grado de importancia con el promedio obtenido de sus métricas.

Una vez obtenido todos los resultados de las fórmulas que fueron ingresados, automáticamente se calcula los valores en las pestañas de **Métricas de Calidad Externa y de Uso** en las siguientes columnas:

- i. VALOR
- ii. PONDERACION MÉTRICA (/10)
- iii. PARCIAL (/10)

También se encuentran valores calculados en las pestañas **Calidad Externa y Calidad en Uso** en las siguientes columnas:

- i. VALOR

7. Finalmente, en la hoja Excel **Resultado Final** muestran los resultados finales del análisis de calidad del producto de software.

Finalmente, se visualiza en las plantillas las métricas de calidad externa, ver tabla 2.20 y de calidad en Uso – ver tabla 2.21 y resultados finales – ver tabla 2.22, empleadas en el modelo de Evaluación.

Tabla 2.20. Calidad Externa – ejemplo formulario

Subcaracterística	Métrica	Descripción Fórmula	Aplica métrica	Umbral	Fórmula		Valor	Ponderación Métrica 10	Parcial
					A	B/T			
Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas B = Número de funciones establecidas en requisitos	SI						
Exactitud	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados B = Número total de elementos de datos implementados	NO						
	Precisión computacional	$X = A/T$ A = Número de cálculos inexactos T = Tiempo de operación	SI						

Fuente: ISO 9126-2, ISO 25023 [21] [29]
 Elaborado por: Diana Ramos P.

Tabla 2.21. Calidad en Uso – ejemplo formulario

Subcaracterística	Métrica	Descripción Fórmula	Aplica métrica	Umbral	Fórmula		Valor	Ponderación Métrica	Parcial
					A	B/T			
Efectividad	Compleitud de la tarea	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas	SI						
Efectividad	Efectividad de la tarea	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	NO						
Efectividad	Frecuencia de error	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas	SI						

Fuente: ISO 9126-4, ISO 25022 [22] [28]

Elaborado por: Diana Ramos P.

Tabla 2.22. Resultado de análisis del modelo de evaluación de calidad

TIPO CALIDAD	CALIDAD SISTEMA	CALIFICACIÓN
Externa		
Uso		
TOTAL		

Elaborado por: Diana Ramos P.

CAPITULO 3

EVALUACIÓN DE MODELO APLICADO AL CASO DE ESTUDIO

En el desarrollo de este capítulo, se establece un caso de estudio sobre el cual se aplicará el modelo propuesto de evaluación de productos de software.

Se especifican los requerimientos, se ejecuta la evaluación y se obtiene los resultados de la aplicación del caso de estudio.

3.1 DETERMINACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

3.1.1 OBJETIVOS

- Conocer el nivel de calidad del producto de software en el caso de estudio a evaluar.
- Permitir la medición de la calidad del sistema mediante el modelo de evaluación de calidad de Productos de Software.

3.1.2 DESCRIPCIÓN

Existe una gran variedad de videojuegos que fomentan la adicción en las personas, basados en movimientos mecánicos que no proporcionan un desafío intelectual, promueven monotonía e incluso tendencias violentas. Estos factores citados anteriormente han modificado el objetivo real del entretenimiento y producen la búsqueda de un software que rescate la esencia de la generación de videojuegos en 2D de los años 80s y 90s [26].

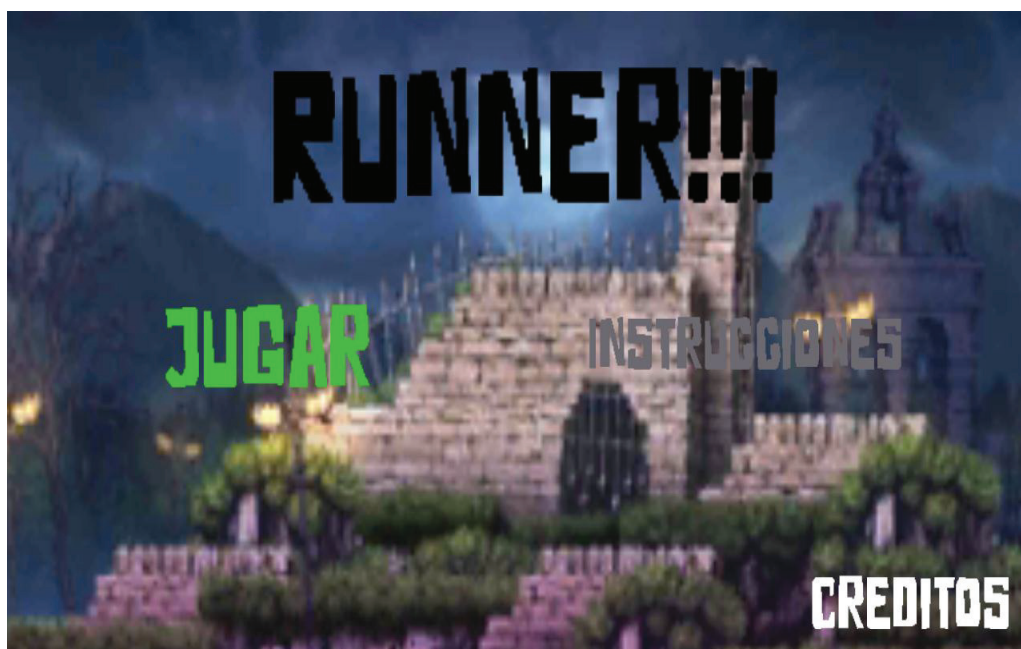
Por este motivo, el caso de estudio elegido para realizar el análisis del producto de software es la aplicación de juego en dispositivos móviles denominado **Runner**, implementado en sistema operativo Android. Es una aplicación interactiva que permite la simulación del movimiento del personaje Apache y la captura de objetos

en base a puntajes con el objetivo de encontrar la mejor estrategia para avanzar a la próxima etapa.

El videojuego proporciona el juego en equipos para la integración con otras personas; permitiendo que el usuario se supere con cada reto y adquiera destrezas. [26].

“La visión del videojuego es proporcionar un enfoque multigeneracional, es decir, tanto un niño como un adulto mayor puedan entretenerse sanamente y utilicen su habilidad mental para sobrellevar las dificultades presentadas en este juego” [29].

Figura 3.1. Pantalla de bienvenida de juego RUNNER



Fuente. Aplicativo de juego RUNNER [33]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

3.1.3 ESPECIFICACIÓN DE REQUIMIENTOS DEL SISTEMA

3.1.3.1 Información Preliminar

Introducción

El caso de estudio es una aplicación nativa desarrollada bajo un lenguaje y entorno específico, permitiendo que el funcionamiento de la aplicación sea práctico y estable en el sistema operativo para el cual fue diseñado e implementado.

Alcance

El objetivo del videojuego **Runner** es brindar a los diferentes usuarios una solución que brinde entretenimiento y diversión, capaz de entregar todas las facilidades para aumentar el interés y mejorar las destrezas de los participantes.

Recomendaciones

- Utilizar los estándares web (HTML5, CSS).
- Verificar las limitaciones de los dispositivos móviles.
- Reducir y optimizar recursos del sistema.
- Minimizar el uso de los recursos externos.
- Realizar un diseño flexible que se adapte al mayor número de dispositivos.
- Manejar guías de ayudas para los usuarios.

Características del videojuego

- Diferentes perfiles y roles de usuarios.
- Identificación de dimensiones y asignación de puntaje del juego.
- Incremento de complejidad en los diferentes niveles del juego.
- Interfaz de usuario amigable e intuitivo.
- Definición de acciones, tareas y funciones del juego.






Atributos de programación del videojuego

- Definición de campos y tablas mediante la estandarización de nombres de campos, escenarios, y tablas de la base de datos.

- Especificación de plataforma tecnológica, seleccionando el motor de base y herramientas para preparación de datos.
- Carga de datos para las tablas que forman parte del aplicativo.
- Diseño y modelamiento en la creación de modelo para el juego.
- Definición de herramientas para el análisis y visualización de la aplicación.
- Verificación de consistencia con validaciones de integridad de los datos.

Objetos del juego

Tabla 3.1. Objetos participantes videojuego RUNNER

OBJETOS	ICONO	DESCRIPCIÓN
Apache		Objeto participante del juego
Naranja		Objetos para ganar puntaje
Manzana		
Bloque		
Bomba		Objeto de pérdida de puntaje

Fuente. Videojuego Corre Manual de Usuario [33]
Modificado por: Diana Ramos P.

Instrucciones del juego

Tabla 3.2. Instrucciones juego RUNNER

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Apache	Apache tiene salto doble
	Naranja gana 5 puntos
	Manzana gana 10 puntos
	Bomba pierde 3 puntos
	Pisar bloque gana 1 punto

Fuente. Videojuego Corre Manual de Usuario, juego RUNNER [32]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

Usuarios

Tabla 3.3. Perfiles de Usuario en juego RUNNER

ACTOR	DESCRIPCIÓN	TAREAS
Usuario Player	Establece las acciones necesarias para subir al siguiente nivel de juego	<p>Accede a la interfaz del juego.</p> <p>Lee instrucciones para jugar.</p> <p>Ejecuta saltos para avanzar a la siguiente etapa del juego.</p> <p>Obtiene puntaje positivo si captura las frutas (manzana, naranja) y al pisar los bloques.</p> <p>Pierde puntaje si atrapa el objeto (bomba).</p> <p>Comienza nuevamente la partida cuando el objeto jugador (Apache) cae.</p>

Fuente. Videojuego Corre Vision/Scope [30]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

Restricciones

- *Software*

Presenta incompatibilidad con versiones inferiores de Android 4.

Falta de instalador o sitio web para su descarga.

Limitación en seguridad de dispositivos.

- *Hardware*

Memoria insuficiente.

Procesamiento de baja potencia.

Limitada capacidad de almacenamiento permanente.

Duración de la batería.

- *Interfaz*

Falta de funcionalidades en interfaz.

Componentes gráficos.

Referencias, ver Anexo 7.

- GR7_Formulacion_Problema.docx.
- GR7_Narración_Problema_Inicial.docx.
- GR7_Vision_Y_Alcance.docx.
- GR7_Historias_De_Usuario.docx.
- GR7_Simple_Risk_Assessment_Tool.xls.
- T8_GR7_ProductBacklog.xls.
- GR7_Manual de Instalacion.docx.
- GR7_Manual de Usuario.docx.
- GR7-Sprint_3_HPS004.xlsx.
- GR7-Sprint_5_HPS006.xlsx.
- GR7-Sprint_6_HPS007.xlsx.
- Runner_SWII_Guerra-Gallardo_Final_GR7.apk (Instalador).

Lenguaje de Programación

- Videojuego desarrollado o: C#.

Sistema Operativo en dispositivo móvil

- Android versión 4 o superior.

Interfaces de usuario

- Ingreso de Usuario: corresponde al diseño e implementación de la interfaz del aplicativo del juego, ver figura 3.2.

Figura 3.2. Pantalla de instrucciones juego RUNNER



Fuente. Aplicativo de juego RUNNER [33]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

- Juego: se refiere al diseño e implementación del videojuego y la definición del escenario.

Figura 3.3. Pantalla de juego RUNNER



Fuente. Aplicativo de juego RUNNER [33]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

- Puntuaciones: es el puntaje más alto obtenido en el juego.

Figura 3.4. Pantalla de puntaje juego RUNNER



Fuente. Aplicativo de juego RUNNER [33]
Elaborado por: Gallardo Soledad, Guerra Jesús

3.1.3.2 Requisitos Funcionales

Define una función del sistema de software o de sus componentes. Los requisitos funcionales pueden ser: cálculos, detalles técnicos, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que un sistema debe cumplir. [16]

En la tabla 3.4, se especifican los requisitos funcionales aplicados al caso de estudio del modelo propuesto.

Tabla 3.4. Requisitos Funcionales del caso de estudio

CODIGO	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD
RF1	La aplicación debe permitir al usuario el ingreso a la pantalla inicial del juego	Alta
RF2	La aplicación debe permitir que escoja el usuario entre las diferentes opciones (Jugar, Instrucciones, Créditos)	Alta
RF3	El aplicativo debe acceder a la opción jugar	Alta
RF4	El aplicativo debe permitir la definición de escenarios en el juego	Alta
RF5	El sistema de juego debe marcar el puntaje obtenido del jugador	Alta
RF6	En el aplicativo se debe desplegar el puntaje del jugador	Alta
RF7	El sistema debe permitir actualizar el puntaje más alto del jugador al realizar nuevamente el juego	Alta
RF8	El sistema debe permitir actualizar el nuevo nivel del jugador	Alta
RF9	El sistema debe verificar si el nivel fue aprobado	Alta
RF10	El sistema debe verificar si se mejora el puntaje	Alta
RF11	La aplicación debe ser compatible con nuevas versiones del sistema operativo Android	Media

Fuente. T8_GR7_ProductBacklog [31]
Modificado por: Diana Ramos P.

3.1.3.3 Requisitos No Funcionales

Son aquellos que se enfocan en el diseño o la implementación. Son requisitos que especifican criterios para calificar la operación de un sistema.

Los requisitos no funcionales detallados en la tabla 3.5, pueden ser considerados en el caso de estudio de acuerdo a la definición de las características de calidad externa y en uso.

Tabla 3.5. Requisitos No Funcionales del caso de estudio

CODIGO	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD
RNF1	La aplicación debe funcionar en la opción juego	Alta
RNF2	La aplicación debe estar operativa en cualquier sistema Android	Media
RNF3	La aplicación debe ser efectiva	Alta
RNF4	La aplicación deber proporcionar tiempos de respuesta rápidos	Alta
RNF5	La aplicación debe ser atractiva	Media
RNF6	La aplicación debe ser fácil de comprensión y entendimiento	Alta
RNF7	La aplicación debe ser accesible para el usuario	Alta
RNF8	Las interfaces de la aplicación deben ser amigables e intuitivas	Alta
RNF9	La aplicación debe ser fácil de instalar	Baja
RNF10	La aplicación no necesita del servicio de Internet	Media

Fuente. Videojuego Corre Vision/Scope [30]

Elaborado por: Diana Ramos P.

3.1.3.4 Características del Sistema

En la tabla 3.6, se describen los atributos considerados para el caso de estudio a evaluar.

Tabla 3.6. Atributos para caso de estudio

CALIDAD EXTERNA	CALIDAD DE USO
Adecuación Funcionalidad	Efectividad
Fiabilidad	Productividad
Eficiencia en el desempeño	Satisfacción
Usabilidad	Seguridad de uso
Mantenibilidad	Contexto de Uso
Portabilidad	

Elaborado por: Diana Ramos P.

3.2 APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DE ESTUDIO

3.2.1 ANTECEDENTES

En el caso de estudio se debe especificar los requerimientos necesarios para analizar el sistema, considerando la documentación y acceso al aplicativo; y, se debe considerar las métricas descritas en la sección *2.2.4 INDICADORES Y MÉTRICAS*.

El alcance para la evaluación del producto de software será las características externas y en uso del aplicativo de juego Runner.

Las herramientas para la valoración del sistema elegido son:

- Aplicativo de juego.
- Grupo de usuarios.
- Herramientas de monitoreo.
- Percepción de los usuarios finales.

3.2.2 EVALUACIÓN DE CASO DE ESTUDIO

En la evaluación del caso de estudio se debe considerar todos los puntos descritos en el capítulo 2, *“Propuesta de modelo de evaluación de calidad de productos de Software”*.

A continuación, se describirán las características y subcaracterísticas de calidad externa y en uso para la aplicación del Modelo de evaluación del producto de software.

3.2.2.1 Características y Subcaracterísticas de calidad externa y en uso

Las características de calidad externa definidas para la valoración del software son los factores comunes realizados de la investigación comparativa en el Capítulo 1, sección *1.1.1.1 Comparativo entre Modelos de Calidad más Aceptados en Calidad Externa*.

En la tabla 3.7, se indican las características y subcaracterísticas de calidad externa para la valoración del videojuego Runner. Esto en base al comparativo de la sección *1.1.1.1 Comparativo entre Modelos de Calidad más aceptados de Calidad Externa.*

Tabla 3.7. Características y subcaracterísticas de calidad externa para Modelo de Evaluación

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	NIVEL DE IMPORTANCIA
Adecuación Funcionalidad	Pertinencia funcional	Media
	Exactitud funcional	Media
	Compleitud funcional	Alta
Fiabilidad	Madurez	Alta
	Disponibilidad	Media
	Capacidad de recuperación	Media
	Tolerancia a Fallos	Media
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	Alta
	Utilización de Recursos	Media
Usabilidad	Operatividad	Media
	Capacidad de ser modificado	Alta
	Capacidad de ser analizado	Media
	Capacidad para su adecuación	Media
	Estética	Media
	Protección errores usuario	Baja
Mantenibilidad	Capacidad para cambios	Baja
	Capacidad de ser probado	Baja
Portabilidad	Adaptabilidad	Media
	Capacidad de ser instalado	Baja
	Capacidad de ser reemplazado	Baja

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 3.8, se determinarán las características y subcaracterísticas de calidad en uso notables para la valoración del videojuego Runner. Basadas en el comparativo de la sección 1.1.1.2 Comparativo entre normas 9126-1 Y 25010 sobre calidad en uso.

Tabla 3.8. Características y subcaracterísticas de calidad en uso para Modelo de Evaluación

CARACTERÍSTICA	SUBCARACTERÍSTICA	NIVEL DE IMPORTANCIA
Efectividad	Efectividad	Media
Eficiencia	Eficiencia	Alta
Satisfacción	Utilidad	Alta
Seguridad de uso	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Media
Contexto de Uso	Complejidad de contexto	Media

Elaborado por: Diana Ramos P.

3.2.2.2 Métricas de Calidad Externa y en Uso para Caso de Estudio

Las métricas del proceso de evaluación son el resultado de comparación de los modelos de calidad externa más representativos, se seleccionaron características comunes y se asociaron las subcaracterísticas que se asimilaban entre los modelos, como se indica en la siguiente figura 3.5.

Figura 3.5. Métricas para caso de estudio



Modelo Nuevo

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 3.9, se determinarán las métricas de calidad externa notables para la aplicación del caso de estudio.

Tabla 3.9. Métricas de calidad externa para Sistema de Evaluación

CARACTERÍSTICA CAS	SUBCARACTERÍSTICA CAS	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN
Adecuación Funcionalidad	Pertinencia funcional	Adecuación funcional	Número de funciones en las que se detectan problemas en la evaluación sobre las funciones evaluadas.
	Exactitud funcional	Precisión computacional	Contar el número de cálculos inexactos encontrados y tomar el tiempo de operación.
	Complejidad funcional	Complejidad de la implementación funcional	Contar el número de las funciones indicadas en la especificación y el número de funciones que faltan o están incorrectas.
Fiabilidad	Madurez	Densidad de fracaso en casos de prueba	Número de fallas detectadas sobre el número de casos de pruebas realizados.
		Cobertura de pruebas	Contar el número de casos de pruebas realizados en un escenario de operación y el número de casos de prueba realizados.
	Disponibilidad	Tiempo de servicio	Tiempo de servicio del sistema que se proporciona actualmente.
	Tolerancia a Fallos	Tiempo medio entre fallos	Número total de fallas detectadas actualmente sobre tiempo ejecutado.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	Rendimiento	Contar el número de tareas completadas en un intervalo de tiempo.
		Tiempo de respuesta	Tomar el tiempo desde que se inicia hasta finalizar el juego.
	Utilización de Recursos	Utilización de CPU	Tiempo de operación y la cantidad de tiempo de CPU que se usa para realizar una tarea.

CARACTERÍSTICAS	SUBCARACTERÍSTICAS	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN
Usabilidad	Capacidad para reconocer su adecuación	Integridad de descripción	Número de funciones descritas como entendibles en la descripción del producto.
	Capacidad para ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	Contar el número de funciones descritas correctamente y contar el número total de funciones.
	Operatividad	Claridad del mensaje	Contar número de mensajes con explicaciones claras y el número total de mensajes.
		Consistencia operacional	Contar el número de operaciones errónea y el número total de operaciones normales
	Estética	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	Contar el número de funciones implementadas que pueden ser personalizadas durante la operación.
Mantenibilidad	N/A	N/A	N/A
Portabilidad	Capacidad de ser instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación	Contar el tiempo total transcurrido al instalar el sistema y contar el número de reintentos al instalar el sistema.
		Facilidad en re instalación	Contar el número casos en que los usuarios tuvieron éxito al instalar el sistema nuevamente.

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 3.10 se determinarán las métricas de calidad en uso notables para la aplicación de la valoración del sistema.

Tabla 3.10. Métricas de calidad en uso para sistema de evaluación

CARACTERÍSTICA	SUBCARACTERÍSTICAS	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN
Efectividad	Efectividad	Complejidad de la tarea	Número de tareas que son completadas correctamente
		Frecuencia de error	Frecuencia de errores realizados por el usuario
Eficiencia	Eficiencia	Tiempo de la tarea	El tiempo que se tarda en completar una tarea en comparación con lo planeado
		Tiempo relativo de la tarea	Tiempo para completar un usuario una tarea en comparación con un experto
		Numero relativo de acciones del usuario	Número de acciones realizadas por los usuarios comparadas a las acciones necesarias
Satisfacción	Utilidad	Nivel de satisfacción	Grado de satisfacción del usuario con el aplicativo
		Uso discrecional	Número de veces que los usuarios utilizan las funciones principales
		Quejas por los clientes	Número de quejas realizadas por los clientes
Libertad de riesgo	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Frecuencia de problemas en salud y seguridad del usuario	Problemas de salud entre los usuarios del sistema
		Impacto en la salud y seguridad del usuario	Número de personas afectadas en su salud
		Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	Ocurrencia de peligro para las personas afectadas por el uso del sistema
Cobertura de Contexto	Complejidad de Contexto	Complejidad de contexto	Grado en que un producto puede utilizarse con facilidad en contextos de uso

Elaborado por: Diana Ramos P.

3.2.2.3 Ponderaciones de características de Calidad Externa y de Uso

En la tabla 3.11 se presenta la ponderación a las características seleccionadas de calidad externa para la aplicación del caso de estudio.

La ponderación se realiza mediante una escala de valores sobre 10 puntos, entre todas las características de calidad externa.

Tabla 3.11. Ponderación de características de calidad externa para sistema

CARACTERÍSTICAS	GRADO DE IMPORTANCIA	PONDERACIÓN
Adecuación Funcionalidad	Alta	0,2
Fiabilidad	Alta	0,2
Eficiencia en el desempeño	Media	0,1
Usabilidad	Alta	0,4
Mantenibilidad	Baja	0
Portabilidad	Media	0,1

Elaborado por: Diana Ramos P-

En la tabla 3.12, se presenta la ponderación a las características seleccionadas de calidad en uso para la aplicación del caso de estudio.

Tabla 3.12. Ponderación de características de calidad en uso para sistema

CARACTERÍSTICAS	GRADO DE IMPORTANCIA	PONDERACIÓN
Efectividad	Media	0,15
Eficiencia	Alta	0,3
Satisfacción	Alta	0,4
Libertad de Riesgo	Media	0,1
Cobertura de Contexto	Media	0,05

Elaborado por: Diana Ramos P.

La Ponderación se realiza mediante una escala de valores sobre 10 puntos, entre todas las características de calidad en uso.

3.2.2.4 Aplicaciones de herramientas para ejecución de Modelo de Evaluación

Entrevista

Para tener una valoración sobre el videojuego Runner, se realiza una entrevista con la formulación de preguntas relevantes contestadas desde el punto de vista de un Ingeniero de Calidad (Tester) de una empresa proveedora de Productos y Servicios de Soluciones de Smartphone.

Se enlistan las preguntas.

- *Indicar los aspectos que más llamaron la atención al momento de probar el videojuego Runner.*

Fondo de pantalla.

Opciones faltantes.

Facilidad para desarrollo del juego.

Colores de aplicación.

- *Detallar las características notables del videojuego.*

Intuitivo para jugar sin leer las instrucciones.

No consume servicios.

Tiempos de respuesta aceptables.

Facilidad de uso.

- *Describir las características negativas que presenta el aplicativo.*

Fondo de pantalla dinámico que causa distracción en su ejecución.

Sonido fuerte.

Falta de control en rango de puntaje.

No permite la personalización.

Falta de ingreso de usuario para registro de puntaje.

- *Detallar los puntos de mejora del videojuego.*

Modificación en la visualización del aplicativo.

Permitir mejora diseño.

Validación y visualización de puntaje.

Ingreso de usuarios.

Construir botón de salida de la aplicación.

Cuestionario

Es la herramienta utilizada para alcanzar el grado de satisfacción del usuario final mediante un listado de preguntas cerradas con alternativas predefinidas para disponer de resultados sobre el nivel de aceptación del aplicativo "Runner", ver *Anexo 2*.

Los resultados del cuestionario sobre la visualización y uso del videojuego Runner muestran un 80% de conformidad del total de los usuarios encuestados.

Las respuestas obtenidas se interpretan de forma cualitativa y cuantitativa siendo el insumo para la evaluación en varias métricas de calidad en uso en el Modelo de Evaluación de Calidad.

Observaciones para mejora del videojuego Runner

En esta sección, se describe los aspectos de mejora del videojuego Runner y los aspectos que faltarían agregar o modificar en el aplicativo.

1. *Aspectos a mejorar en el videojuego.*

Fondo de pantalla

- Imagen pixelada, no considera formatos para cada dimensión de los teléfonos Android donde se instale la aplicación.
- Imagen dinámica, genera confusión al usuario y debería ser estática.
- Mejorar los estilos de letra, tamaño y color en los textos del juego.
- Modificar la imagen de fondo de juego (colores oscuros).

Juego

- Ausencia de opción para salir del aplicativo.
- No indica el número de intentos realizados para avanzar el nivel.

2. Aspectos que no dispone el aplicativo

Instrucciones

- Ingreso de usuarios que juegan en el software.
- Rutina que indique que se debe pulsar en la pantalla táctil del teléfono cuando salte el apache.

Juego

- Mejorar control de los puntajes porque no realiza las operaciones de forma correcta.
- Presenta dificultad en la instalación del software para un usuario común, no dispone del apk para realizar de la carga de forma manual.
- Facilidad de realizar la descarga e instalación del software.

Parámetros para formulario de Evaluación de Calidad

Definición de acciones/tareas

El apache realiza las siguientes acciones como:

- Captura manzanas y naranjas.
- Pisa los bloques.
- Realiza salto doble.
- Captura bomba.

Definición de operaciones

- Acumulación de puntajes cuando captura frutas y pisa bloques.
- Disminución del puntaje cuando captura bombas.
- Adición del puntaje record.

Definición de funciones

Se definen los siguientes escenarios:

- Inicio juego.
- Durante juego.
- Finalización juego.

Cálculos empleados en modelo de evaluación de calidad

Presenta la descripción de los pasos realizados en el Modelo de evaluación para el videojuego Runner, ver Anexo 1.

Cálculo de Métrica

- Selección de opción (SI/NO) en el campo “Aplica Métrica”.
- Asignación de umbral en métrica calculada como límite de Buena o Mala Calidad.
- Ingreso de parámetros de fórmula de acuerdo a la métrica empleada.
- Multiplicación de resultado obtenido por el valor de calificación definido para el modelo (sobre 10 puntos), en el campo de “Ponderación por Métrica”.

Cálculo de Subcaracterísticas

- Contar las métricas seleccionadas de opción SI en el campo “Aplica Métrica”.
- Contar el valor de los límites definidos (1,0) en el campo “Umbral” como indicador de Buena o Mala Calidad dependiendo de la métrica utilizada.

- Agrupar los resultados del campo “Ponderación Métrica” de acuerdo a los umbrales de la métrica empleada.
- Sumar los resultados obtenidos del campo “Ponderación Métrica” de acuerdo al umbral determinado.
- Realizar una diferencia entre los valores resultados agrupados del campo “Ponderación Métrica”.
- Obtener el promedio de las métricas seleccionadas en el campo “Parcial”.

Cálculo de Característica

- Detallar las características a ser evaluadas en el modelo en el campo “Característica”.
- Asignar un valor de grado de importancia para cada factor en el campo “Nivel de Importancia”.
- Identificar los criterios en base a las métricas calculadas de las pestañas (Métricas Externa/ Uso) en el campo “Subcaracterísticas”.
- Determinar los atributos en base a las métricas calculadas de las pestañas (Métricas Externa/ Uso) en el campo “Atributos”.
- Multiplicar entre los valores de grado de importancia con el promedio obtenido del campo “Parcial” de las pestañas (Métricas Externa/ Uso).

Cálculo de Sistema

- Se lista en pestaña “Final” los valores resultantes de calidad externa y en uso y el promedio obtenido es el resultado de la calidad del sistema.

Normalización

En el Modelo de evaluación de calidad es necesario establecer patrones de medición con el objetivo de normalizar el resultado de los valores obtenidos. Dependiendo de

la métrica a valorar se pueden considerar que los umbrales 0 y 1 sean considerados como parámetros de buena o mala calidad.

Por ejemplo, se tiene las siguientes consideraciones:

- Si se tiene métricas sobre el conteo de números de casos de pruebas, el resultado del cálculo de valores debe acercarse a 1 para convertirse en un sinónimo de buena calidad.
- Si se tiene métricas sobre el conteo de funciones erradas o fallas, el resultado del cálculo de valores debe acercarse a 0 para ser un sinónimo de buena Calidad.

Se detallan los umbrales utilizados, ver tabla 3.13:

Tabla 3.13 Normalización de Umbrales para modelo

UMBRAL	CALIFICACIÓN	SIGNIFICADO
1	10	Buena Calidad
0		
1	0	Mala Calidad
0		

Elaborado por: Diana Ramos P.

Escalas

También se especifican las escalas utilizadas para la asignación de puntajes, ver en las tablas 3.14 y 3.15:

- Directa

Tabla 3.14. Puntaje en Escala directa

VALOR	PUNTAJE
1	10
0,9	9
0,8	8
0,7	7
0,6	6
0,5	5
0,4	4
0,3	3
0,2	2
0,1	1
0	0

Buena Calidad



Mala Calidad

Elaborado por: Diana Ramos P.

- Inversa

Tabla 3.15. Puntaje en Escala Inversa

VALOR	PUNTAJE
0	10
0,1	9
0,2	8
0,3	7
0,4	6
0,5	5
0,6	4
0,7	3
0,8	2
0,9	1
1	0

Buena Calidad



Mala Calidad

Elaborado por: Diana Ramos Palacios

Fórmulas Empleadas

Tabla 3.16. Fórmulas para cálculos de Modelo de Evaluación de productos de software

NOMBRE FÓRMULA	NOTACIÓN SIMBÓLICA	COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Calidad de Métricas	$M = \sum_{i=1}^n m_i = m_1 + m_2 + \dots + m_i$	<p>M= Resultado de métricas por subcaracterística</p> <p>m_1 = métricas seleccionadas</p> <p>i = valor inicial (primera métrica)</p> <p>n= valor final (última métrica)</p> <p>m_1 = resultado de fórmula empleada en primera métrica.</p>	<p>Calidad de Métricas es igual a la sumatoria de métricas empleadas (m_i), donde i toma los valores desde 1 hasta n.</p> <ul style="list-style-type: none"> - i es el valor inicial, que corresponde a la primera métrica a evaluar para la subcaracterística calculada. - n es el valor final, que corresponde a la última métrica a evaluar para el subcaracterística calculada.
Calidad de Subcaracterísticas	$C = P * \sum_{i=1}^n m_i = P * M$	<p>C= Calidad por subcaracterística</p> <p>P= Valor de ponderación sobre 10 puntos</p> <p>i = valor inicial (primera métrica)</p> <p>n= valor final (última métrica)</p> <p>m= métricas seleccionadas</p> <p>M= resultado métricas por subcaracterística</p>	<p>Calidad de subcaracterísticas es igual a la multiplicación entre el valor asignado de la Ponderación por la sumatoria de métricas empleadas (m_i), donde i toma los valores desde 1 hasta n.</p> <ul style="list-style-type: none"> - i es el valor inicial, que corresponde a la primera métrica a evaluar para la subcaracterística calculada. - n es el valor final, que corresponde a la última métrica a evaluar para la subcaracterística calculada.

Tabla 3.16 Fórmulas para cálculos de Modelo de Evaluación de Productos de Software

<p>Calidad Características Externas o en Uso</p>	$C_{E/U} = \sum_{i=1}^n C$	<p>$\sum C$ = Sumatoria de características externas/uso</p>	<p>Calidad por Característica es igual a la sumatoria de las subcaracterísticas empleadas (C), donde i toma los valores desde 1 hasta n.</p>
<p>Calidad Modelo</p>	$CM = \frac{\sum C}{n_c}$	<p>$\sum C$ = Sumatoria de característica externa y en uso n_c = número de características evaluadas en modelo.</p>	<p>Calidad Modelo es igual a la sumatoria de características externa y en uso dividido para el número de características evaluadas en el modelo de Evaluación de Calidad.</p>

Elaborado por: Diana Ramos P.

Métricas Utilizadas

Para las métricas empleadas, ver Anexo 3 – Métricas Externas y ver Anexo 4 – Métricas de Uso. Se toma como referencia las normas ISO/IEC 9126-2 [21], ISO/IEC 9126-4 [22], ISO/IEC 25022 [28] e ISO/IEC 25023 [29].

Tabla 3.17. Métricas Externas de Modelo de Evaluación

ADECUACIÓN FUNCIONAL									
Subcaracterística	Métrica	Fórmula	Aplica métrica	Umbral	Fórmula	Valor	Ponderación Métrica	Parcial	
			a		A B/T		10		
Compleitud funcional	Compleitud de la implementación funcional	$X = A / B$ A = Número de funciones que están incorrectas o que no fueron implementadas B = Número de las funciones establecidas en la especificación de requisitos	SI	0	2 7	0,30	7,00		
Exactitud funcional	Exactitud	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos implementados con el estándar específico de exactitud B = Número total de elementos de datos implementados	NO					8,00	
	Precisión computacional	$X = A/T$ A = Numero de de cálculos inexactos encontrados T = Tiempo de operación	SI	0	0 10	0,00	10		
Pertinencia funcional	Idoneidad funcional	$X=A/B$ A= Número de funciones que se detectan problemas en evaluación B= Número de funciones evaluadas	SI	0	1 3	0,30	7,00		
								24,00	

FIABILIDAD										
Madurez	Eliminación de errores	X = A/B A = Número de fallas corregidas en la fase de diseño/codificación/pruebas detectadas en las pruebas B = Número de fallas detectadas en las pruebas	NO							
	Densidad de fracaso en casos de prueba	X = A/B A = número de fallas detectadas B = número de casos de pruebas realizados	SI	0	2	5	0,4	6,00		
	Cobertura de pruebas	X = A/B A = Número de casos de pruebas realizados en escenario de operación B = Número de casos de prueba a ser realizados para cubrir los requerimientos	SI	1	5	7	0,7	7		8,25
Disponibilidad	Tiempo de servicio	X = A/B A = Tiempo de servicio del sistema B = Tiempo estimado de respuesta del sistema	SI	1	86400	86400	1	10		
	Tiempo medio de inactividad	X = A/T A = Número de fallos observados T = Tiempo total de inactividad	NO							

	Tiempo medio entre fallos	A = Número total de fallas detectadas actualmente T = Tiempo de ejecución X = A/T	SI	0	1	10	0,1	10
Tolerancia a Fallos	Prevencción de fallas	A = Número de ocurrencia de fallas evitadas contra los casos de pruebas de fallas iniciales B = Número de casos de pruebas de fallas iniciales ejecutados durante las pruebas X = A/B	NO					
	Redundancia	A= Número componentes sistemas instalados de forma redundante B = Número total de componentes/sistemas instalados X = A / B	NO					
	Tiempo medio de recuperación	A = Número de casos en los cuales se ha observado que el sistema entró en recuperación T = Tiempo que le tomó al sistema en recuperarse X = A / T	NO					
	Reinicialización	A = número de reinicios requeridos durante el soporte operación de usuario o prueba B = Número total de reinicios durante el soporte operación de usuario o prueba X = A / B	NO					
Capacidad de Recuperación								

EFICIENCIA EN EL DESEMPEÑO

Comportamiento temporal	Tiempo de respuesta	A= Tiempo de inicio juego B = Tiempo de finalización de juego $X = B - A$	SI	10	0	10	10	10	10	10	10	10
	Tiempo de espera	A= Tiempo de inicio de tarea B = Tiempo de finalización de tarea $X = B - A$	NO									
Utilización de recursos	Rendimiento	$X = A/T$ A= Número de tareas completadas T = Intervalo de tiempo	SI	0	5	60	0,1	9,00				
	Utilización de CPU	$X = B-A$ A= La cantidad de tiempo de CPU que realmente es usado para realizar una tarea B = Tiempo de operación	SI	0	0,5	2	0,3	7,00				8,67
	Utilización de la memoria	$X = B-A$ A = Cantidad de espacios de memoria que realmente es usado para realizar una tarea B = Cantidad total de espacios de memoria	NO									
	Utilización de los dispositivos de E/S	$X = B-A$ A = Tiempo que los dispositivos de E/S pasan ocupados para realizar la tarea B = Tiempo de operación	NO									
26,00												

USABILIDAD									
Capacidad para análisis	Integridad de descripción	A = Número de funciones (o tipos de funciones) descritas como entendibles en la descripción del producto B = Número total de funciones (o tipos de funciones)	SI	1	3	3	1	10	8,17
	Capacidad de demostración	X = A/B A = Número de funciones implementadas con capacidad de demostración B = Número total de funciones que requieren capacidad de demostración	NO						
Capacidad de ser entendido	Efectividad de la documentación del usuario o ayuda del sistema	X = A / B A= Número de funciones descritas correctamente B = Número total de funciones implementadas	SI	1	3	3	1	10	
Operatividad	Recuperabilidad de error	X = A / B A= Número de funciones implementadas con tolerancia de error de usuarios B = Número total de funciones requeridas con capacidad de tolerancia.	NO						

	Claridad del mensaje	A= Número de mensajes implementados con explicaciones claras B = Número total de mensajes implementados	SI	1	3	4	0,75	8
	Consistencia operacional	A= Número de de operaciones que se comportan de manera incoherente B = Número total de operaciones que se comportan de forma normal	SI	0	0	3	0	10
Protección contra errores de usuario	Verificación de entradas válidas	A= Número de ítems de entrada que son validados B = Número de ítems que necesitan ser validados	NO					
	Prevención del uso incorrecto	A = Número operaciones iniciales incorrectas B = Número de funciones implementadas para evitar fallos de funcionamiento provocados por un uso incorrecto	NO					
Estética Interfaz Usuario	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	A= Número de elementos de interfaz que pueden ser personalizados B = Número total de elementos de interfaz	SI	1	0	3	0,33	3,33
40,83								

PORTABILIDAD										
Adaptabilidad	Portabilidad de facilidad de uso	T = Suma de tiempo de funcionamiento que el usuario completa la adaptación del software al entorno del usuario, cuando se intenta instalar	NO							
Instalación	Eficiencia en el tiempo de instalación	X = A/T A = Número de reintentos al instalar el sistema T = Tiempo total transcurrido al instalar el sistema	SI	0	2	10	0,2	8,00		
	Facilidad en re instalación	X = A/B A = Número de casos en que el usuario falla en la configuración al volver a intentar B = Número total de casos intentados	SI	0	1	3	0,3	7,00		7,50
Capacidad de ser reemplazado	Inclusividad funcional	X = A/B A = Número de funciones que producen resultados similares con anterioridad B = Número de funciones probadas que son similares a las funciones proporcionadas por otro software para ser reemplazado	NO							

Tabla 3.18. Métricas de uso de Modelo de Evaluación

EFECTIVIDAD							Parcial
Métrica	Fórmula	Aplica métrica	Umbral	Fórmula	Valor	Ponderación por Métrica	10
Complejidad de la tarea	$X = A/B$ A= Número de tareas completadas B = Número total de tareas intentadas	SI	1	A 5	B/T 5	1	10
Efectividad de la tarea	$X = A/B$ A=Cantidad de objetivos completados por la tarea. B=Cantidad de objetivos planeados que realice la tarea	NO					8,00
Frecuencia de error	$X = A/B$ A = Número de errores cometidos por los usuarios B = Número de tareas	SI	0	2	5	0,40	6
							16,00
EFICIENCIA							
Tiempo de la tarea	$X = A/B$ A= Tiempo actual tarea B = Tiempo planeado tarea	SI	1	5	6	0,8	8,00
Tiempo relativo de la tarea	$X = A/B$ A = Tiempo que completa un nivel un usuario experto B = Tiempo que completa un nivel un usuario normal	SI	1	18000	28800	0,6	6,00
							8,00

Uso discrecional	X = A/B A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados	SI	1	3	3	1	10	
Porcentaje de quejas de los clientes	X = A/B A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes	SI	0	1	5	0,2	8	
Escala de confianza	X = A/B A = Cuestionario psicosométrico B = Media de la población	NO						
Escala de confort	X = A/B A = Cuestionario psicosométrico B = Media de la población	NO						
			3	2	26,00			
LIBERTAD DE RIESGO								
Retorno de la Inversión (ROI)	X = A /B A = Beneficios obtenidos B =Beneficios esperados.	NO						
Tiempo para lograr el retorno de la inversión	X = A/B A= Tiempo real para lograr el ROI B = Tiempo aceptable para lograr el ROI	NO					9,33	

Rendimiento relativo de negocios	<p>$X = B/A$</p> <p>A = Monto de inversión de TI o las ventas planeadas de la empresa</p> <p>B = Monto real de la inversión de TI o de las ventas de la empresa</p>	NO							
Balanced Score Card	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Resultado del BSC</p> <p>B = BSC planeado</p>	NO							
Tiempo de entrega	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Tiempo de entrega planeado o de retrasos</p> <p>B = Tiempo de entrega actual o retrasos en las entregas</p>	NO							
Ganancias para cada cliente	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Ingresos reales de cliente</p> <p>B = Ingresos planeados de un cliente</p>	NO							
Errores con consecuencias económicas	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de errores con consecuencias económicas</p> <p>B = Número total de situaciones de uso</p>	NO							
Corrupción del software	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de ocurrencias de corrupción del software</p> <p>B = Número total de situaciones de uso</p>	NO							
Frecuencia de problemas en la salud y seguridad del usuario	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de usuarios que notificaron problemas de salud</p> <p>B = Número total de usuarios</p>	SI	0	1	5	0,2	8		

Impacto en la salud y seguridad del usuario	X = A/T A = Número de personas afectadas T = Tiempo (seg)	SI	0	0	3600	0	10	
Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	X = A/B A = Número de personas puestas en peligro B = Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema	SI	0	0	2	0	10	
Impacto Ambiental	X = A/B A = Impacto ambiental aceptable B = Impacto ambiental real	NO						
28								
COBERTURA DEL CONTEXTO								
Complejidad de Contexto	X = A/B A= Número de distintos contextos de uso inaceptables B = Número total de distintos contextos de uso	SI	0	0	4	0	10	
Función flexible del diseño	X = A/B A= Número de características diseñadas con flexibilidad B = Número total de características de diseño	NO						10
10								

Fuente. ISO/IEC 9126-4, ISO/IEC 25022 [21] [28]

Elaborado por: Diana Ramos P.

3.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DE IMPACTO DE MODELO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos sobre la calidad externa y en uso.

En la tabla 3.19, se determina el valor de ponderación de características de calidad externa, el nivel de importancia por atributos, los cálculos obtenidos de las métricas y el valor final por característica.

Tabla 3.19. Resultados de calidad externa en Modelo de evaluación

Características	Ponderación	Subcaracterística	Nivel de Importancia	Valor Parcial	Valor Final
Adecuación Funcional	0,2	Pertinencia funcional	Media	8,00	1,60
		Exactitud funcional	Media		
		Complejidad funcional	Alta		
Fiabilidad	0,2	Madurez	Alta	8,25	1,65
		Disponibilidad	Media		
		Capacidad de recuperación	Media		
		Tolerancia a Fallos	Media		
Eficiencia en el desempeño	0,1	Comportamiento temporal	Alta	8,67	0,87
		Utilización de Recursos	Media		
Usabilidad	0,4	Operatividad	Media	8,17	3,27
		Capacidad para ser entendido	Alta		
		Capacidad de análisis	Media		
		Capacidad para su adecuación	Baja		
		Estética Interfaz usuario	Media		
		Protección errores usuario	Baja		
Portabilidad	0,1	Adaptabilidad	Media	7,50	0,75
		Capacidad de ser instalado	Baja		
		Capacidad de ser reemplazado	Baja		
				TOTAL	8,13

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 3.20, se determina el valor de ponderación de características de calidad en uso, el nivel de importancia por atributos, los cálculos obtenidos de las métricas y el valor final por característica.

Tabla 3.20. Resultados de Calidad en Uso en Modelo de evaluación

Característica	Valor Nivel Importancia	Sub Característica	Nivel de Importancia	Valor Parcial	Valor
Efectividad	0,15	Efectividad	Media	8,00	1,20
Eficiencia	0,3	Eficiencia	Alta	8,00	2,40
Satisfacción	0,4	Utilidad	Alta	8,67	3,47
Libertad de Riesgo	0,1	Libertad del riesgo de salud y seguridad	Media	9,33	0,93
Cobertura de Contexto	0,05	Complejidad de contexto	Media	10,00	0,50
				TOTAL	8,50

Elaborado por: Diana Ramos P.

En la tabla 3.21, se visualizan los resultados finales de la calidad externa y en uso de la evaluación del videojuego Runner, derivado de la elaboración del Modelo de Evaluación de productos de software.

Tabla 3.21. Resultados finales de Modelo de evaluación

TIPO CALIDAD	CALIDAD SISTEMA	CALIFICACIÓN
Externa	8,13	Aceptable
Uso	8,50	Aceptable
TOTAL	8,32	Aceptable

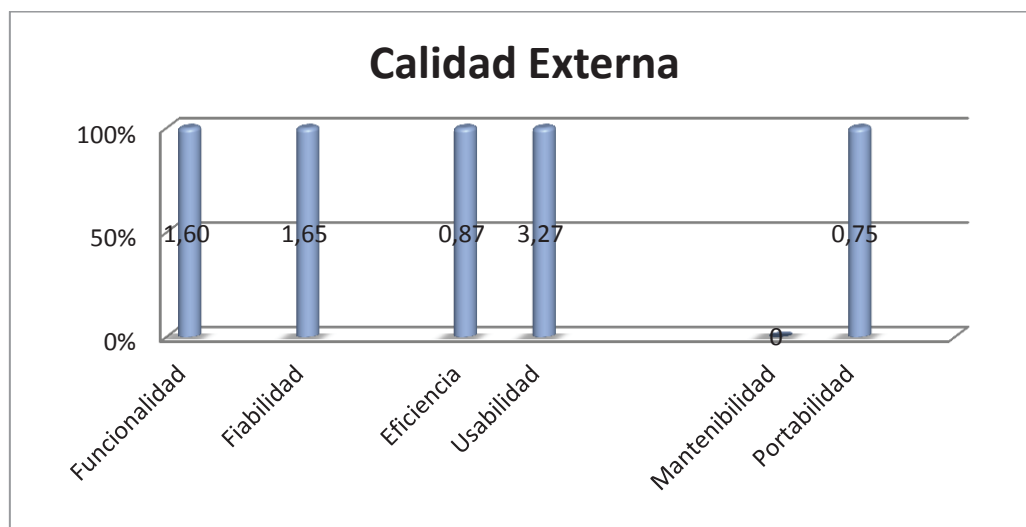
Elaborado por: Diana Ramos Palacios

Los valores generados en la evaluación del Modelo de Calidad aplicado a un caso de estudio “Videojuego Runner” son:

- En la figura 3.6, se denota los valores de las métricas de Calidad Externa con relación a su nivel de importancia, alcanzando un valor de 8,10/10 puntos considerados dentro de un rango Aceptable de Calidad.
- En la figura 3.7, se muestra los valores de las Métricas de Uso con relación a su nivel de importancia, logrando un valor de 8,50/10 puntos considerados dentro de un rango Aceptable de calidad.
- En la figura 3.8, se visualiza los resultados obtenidos de la evaluación de calidad externa, calidad en uso y calidad total del caso de estudio, teniendo un promedio de 8,30/10 puntos concluyendo que el sistema cuenta con un rango Aceptable de calidad.

En la siguiente gráfica, presentan los resultados obtenidos de Calidad externa empleados en el modelo de Evaluación, a partir del promedio de las ponderaciones realizadas a las métricas seleccionadas.

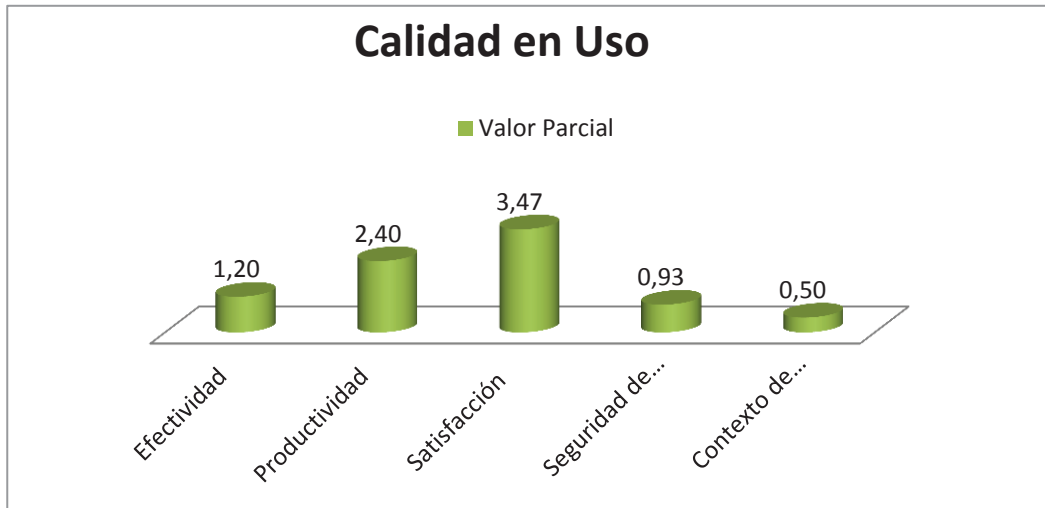
Figura 3.6. Gráfica de Métricas Externas



Elaborado por: Diana Ramos P.

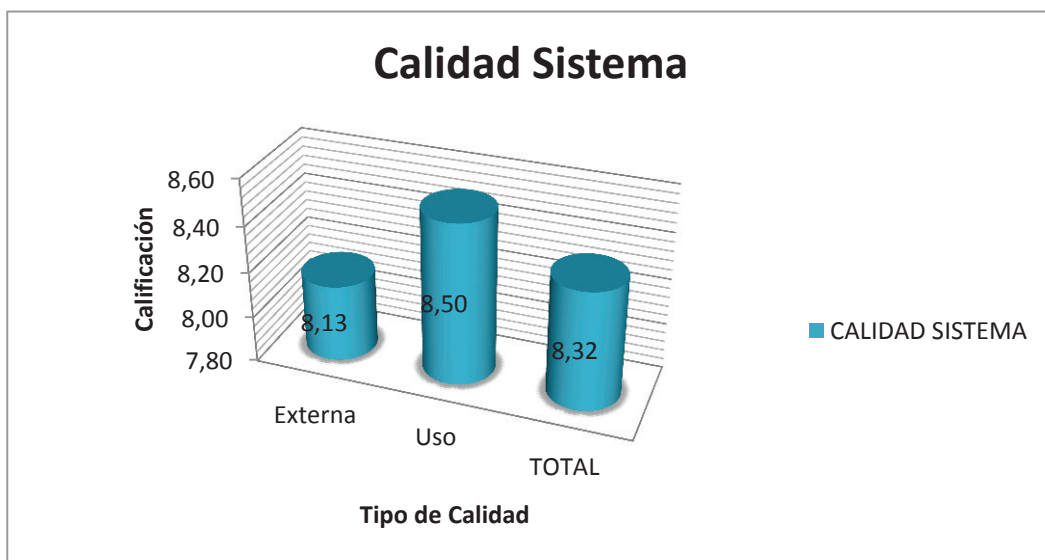
En la gráfica presentan los resultados obtenidos de calidad en Uso empleados en el modelo de Evaluación, a partir del promedio de las ponderaciones realizadas a las métricas seleccionadas.

Figura 3.7. Gráfica de Métricas en Uso



Elaborado por: Diana Ramos P.

Figura 3.8. Gráfica de Calidad de Sistema



Elaborado por: Diana Ramos P.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al desarrollar el presente trabajo, se tiene por objetivo el diseñar un Modelo de Evaluación de la Calidad de Productos de Software, basado en Métricas Externas y de Usabilidad; aplicado a cualquier tipo de Producto, por lo que al finalizar el mismo se puede indicar que el objetivo ha sido cumplido, obteniendo como resultado final el Modelo con un mecanismo dar soporte a la automatización de su aplicación.

A continuación se exponen detalladamente conclusiones y recomendaciones.

4.1 CONCLUSIONES

- Realizar una exploración de los modelos de calidad más conocidos, permitió decidir trabajar con los modelos McCall, ISO/IEC 9126, e ISO/IEC 25000. De la comparación realizada entre los tres modelos, se identificaron las características externas comunes: Adecuación Funcional, Fiabilidad, Eficiencia en el desempeño, Usabilidad, Mantenibilidad y Portabilidad. De la comparación entre los modelos ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 25000, se encontraron como características en uso comunes: Efectividad, Eficiencia, Satisfacción, Libertad de riesgo y Cobertura de Contexto.
- Efectuar una investigación sobre la problemática de la calidad de los Productos de Software, en lo relacionado a la construcción de productos que no alcanzan los mínimos niveles de calidad, dio como resultado que entre los factores más relevante está, el no disponer de una validación específica ni parámetros para medir la calidad del Software.
- La propuesta de este trabajo es el diseño de un modelo que debe aplicarse para los diferentes productos de software, fundamentado en un estudio de los tipos de software más conocidos y su respectiva categorización.

- Este diseño propuesto, de un modelo de evaluación de la calidad de productos de software; utiliza como principal referencia el estándar ISO/IEC 25000. Complementando lo establecido por la ISO/IEC 25000, se determinan los siguientes elementos: estructura, parámetros de medición, herramientas de desarrollo y especificaciones.
- Se definió las características de calidad externa y en uso; no se incluye la calidad interna porque resulta complejo realizar un análisis de los elementos que participaron en el desarrollo, el código fuente utilizado y los indicadores que intervinieron en el proceso.
- Se aplicó el modelo propuesto de evaluación de calidad en un caso de estudio, mediante: un análisis del Producto que describen los requisitos del sistema, el estableciendo de las características del software más representativas, y realizando los cálculos pertinentes para obtener los valores de las métricas de calidad del sistema.
- Las características del sistema están representadas por requisitos no funcionales (RNF), que son los parámetros proporcionados por el cliente, y se asocian a Requisitos Funcionales (RF) que debe efectuar el software, así se obtiene como resultado las métricas del sistema.
- La estructura del modelo cuenta con la determinación de números de capas formadas por características, subcaracterísticas y métricas.
- La calidad del sistema está compuesta por el promedio de las características externa y de uso, las mismas que son calculadas en base a las métricas seleccionadas.

4.2 RECOMENDACIONES

En la obtención de un Modelo de Evaluación de Calidad de Productos de Software se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- Definir los factores que son parte de la problemática de la Calidad de los Productos de Software.
- Revisar los modelos existentes y las normas más aceptadas de Calidad para construir un modelo genérico de evaluación.
- Determinar requerimientos claves, parámetros de medición, herramientas de desarrollo, especificaciones y estructura para el diseño del Modelo de Calidad.
- Solicitar el personal técnico idóneo para la ejecución del Modelo de Calidad, mediante el uso de las herramientas de apoyo como formularios, cuestionarios, entre otros instrumentos, a fin de evitar cálculos incorrectos.
- Disponer de toda la documentación del software a evaluar, debido a que es clave para la selección y aplicación de métricas.
- Elegir un software que contenga especificaciones técnicas del sistema para disponer de mayor información para su evaluación.
- Definir umbrales que permitan determinar parámetros de buena o mala Calidad del sistema.
- Especificar parámetros de medida para la ejecución de ponderaciones y calificaciones utilizando el formato de Calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Estayno, G. Dapozo, Modelos Y Métricas Para Evaluar Calidad De Software, Departamento de Informática, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- [2] J. Corrochano, La Calidad del Producto Software, Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid, noviembre 2013.
- [3] C. Calero, M. Piattini, Calidad del producto y proceso software, Editorial Ramma, ISBN: 9788478979615, 2010.
- [4] J. Cendejas Valdez, Implementación del Modelo Integral Colaborativo (mdsic) como fuente de innovación para el Desarrollo ágil de Software en las Empresas de la zona centro - occidente en México, ISBN-13: 978-84-16036-63-9, N° Registro: 201464860, Puebla, 2014
- [5] J. Pablo Carvallo, Calidad De Componentes Software, Capítulo 10, TIN2007-64753.
- [6] L. Dávila Nicanor, P. Mejía Álvarez, Evaluación de la Calidad de Software en Sistemas de Información en Internet, CINVESTAV-IPN. Sección de Computación, México, <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmalvarez/davila-mejia.pdf>
- [7] M. De La Villa, Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo, 2004.
- [8] F. Escalone, Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software”, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, 2006.
- [9] Scientia et Technica, Introducción a la calidad de software, Año XIV, No 39, septiembre de 2008. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701.

- [10] A. Dávila, Determinación de los Requerimientos de Calidad del Producto Software Basados en Normas Internacionales, Lima – Perú, Vol. 4, No. 2, April 2006.
- [11] M. Caponi, Evaluación de Productos: Universidad de la República, en línea <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/gestsoft/Presentaciones/Evaluacion%20de%20Productos%20-%20G2/Evaluacion%20de%20Productos.pdf>
- [12] A. González, M. Ampuero, A. Hernández, Análisis comparativo de modelos y estándares para evaluar la calidad del producto de software, Instituto Superior Politécnico, septiembre 2015, Vol VI.
- [13] S. Aguilera, Tipos de Software, SlideShare, 2015, en línea, <http://repositorio.ub.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/5213>.
- [14] X. Ferré, Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software, Universidad Politécnica de Madrid.
- [15] L. Perurena, Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación, Universidad de la Habana, Cuba, 2013.
- [16] Pressman, Roger, Ingeniería del Software, un enfoque práctico, Mc-Graw Hill, Madrid, 2002, ISBN: 0-07-709677-0.
- [17] M. Bertoa, A. Vallecillo, Medidas de Usabilidad de Componentes Software, IEEE Latin America Transactions, Vol. 4, No. 2, April 2006.
- [18] E. Balseca Chisaguano, “Evaluación de Calidad de Productos Software En Empresas de Desarrollo de Software aplicando la Norma Iso/Iec 25000” 2014. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/91113/1/CD-6067.pdf>
- [19] A. Vivanco Villamar, «Evaluación de calidad del sistema integrado para casas de valores SICAV de la bolsa de valores de Quito utilizando la norma ISO/IEC 14598,» 2011. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4329/1/CD-3948.pdf>

- [20] ISO/IEC 9126-1, Information Technology Software Product Quality Part 1: Quality Model, Reference number ISO/IEC FDIS 9126-1:2000(E), 2000.
- [21] ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC JTC1/SC7 N2419R - Software engineering –Product quality – Part 2: External metrics, ISO Basic Template Version 3.0, 14-03-2002
- [22] ISO/IEC 9126-4, ISO/IEC JTC1/SC7/WG6 N - Software Engineering - Software product quality - Part 4: Quality in use metrics, ISO Version 6.0, 14-03-2001.
- [23] ISO/IEC 14598-1, ISO/IEC 14598-1:2000 – Information technology - Software product evaluation - Part 1: General Overview, Reference number ISO/IEC 14598-1:1999, 15-04-1999.
- [24] ISO/IEC 14598-2, ISO/IEC 14598-2:2000 – Information technology - Software engineering – Product evaluation - Part 2: Planning and management, Reference number ISO/IEC 14598-2:1999, ISO/IEC 2000.
- [25] ISO/IEC 25000, ISO/IEC 25000-5:2005 – Software engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation Square- Guide to Square, Reference number ISO/IEC 25000:2005, ISO/IEC 2005.
- [26] ISO/IEC 14598-5, ISO/IEC 14598-5:2000 – Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators, Reference number ISO/IEC 14598-5:1998, ISO/IEC 1998.
- [27] ISO/IEC 25010:2001, Requerimientos y Evaluación de sistemas y calidad de software (Square) – Modelos de calidad del sistema y software.
- [28] ISO/IEC 25022, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (Square) – Measurement of quality in use– ISO/IEC JTC 1/SC 7 N, 2012-07-03.
- [29] ISO/IEC 25023, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (Square) — Measurement of system and software product quality, ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2015-02-09.
- [30] S. Gallardo; J. Guerra: GR7_Vision_Y_Alcance (Microsoft Solution Framework).doc, Videojuego Runner, GR1 – EPN, 2015.

- [31] S. Gallardo; J. Guerra: T8_GR7_ProductBacklog.docx, Videojuego Runner, GR1 – EPN, 2015.
- [32] S. Gallardo; J. Guerra: Manual de Usuario.docx, Videojuego Runner, GR1 – EPN, 2015.
- [33] S. Gallardo; J. Guerra: Runner_SWII_Guerra-Gallardo_Final_GR7.apk, Instalador para Android Runner (APK) GR7, 2015.
- [34] Y. Pérez, Comparación del modelo de calidad de McCall, norma iso/iec 9126 y norma iso/iec 25000, 2012, en línea, <http://yennyperezcervantes.blogspot.com/2012/05/comparacion-del-modelo-de-calidad-de.html>

ANEXOS

A continuación, se listan los anexos adjuntos en el CD de Tesis, DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PRODUCTOS DE SOFTWARE.

Anexo 1. Formulario de Calidad

Anexo 2. Documentos de Apoyo – Cuestionario

Anexo 3. Métricas Externa – Normas ISO/IEC 9126-2 / 25023

Anexo 4. Métricas de Uso – Normas ISO/IEC 9126-4 / 25022

Anexo 5. Evaluación de Productos de Software – Norma ISO/IEC 14598

Anexo 6. SQUARE – ISO/IEC 25000

Anexo 7. Documentación del Videojuego Runner