

Identificación y Selección de Factores de Calidad: Un aporte para la mejora de los Productos de Software

Javier Saldarini ¹, Laura Rivara ¹, Isidro Solís ¹, Claudio Carrizo ¹, Gastón Ferreyra ¹, Alberto Sanchez ², Carlos Salgado ², Mario Peralta ²

¹ Facultad Regional San Francisco Universidad Tecnológica Nacional {saldarinijavier, isidrosolis10, gastonferreyra49}@gmail.com {laurarivara@hotmail.com}

² Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales- Universidad Nacional de San Luis - e-mail: {csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

Resumen

En la actualidad el software da soporte a los principales procesos en distintos tipos de organizaciones, la calidad del mismo, tendrá impacto en el desempeño de esos procesos de manera puntual y de manera general para el logro de los objetivos organizacionales.

Determinar los aspectos de mejora para un software que es utilizado en una organización es una actividad crucial para que éste cumpla con el objetivo de satisfacer las necesidades cambiantes del contexto, del negocio y de los usuarios.

En este sentido, no solo los aspectos funcionales deberían ser tenidos en cuenta para la mejora del software, sino que también, los aspectos relacionados con la calidad del mismo deberían ser especificados.

Poder identificar y clasificar los factores de calidad como aspectos de mejora para un determinado software que esté implementado en una organización es el principal objetivo de este trabajo.

Para lograr el objetivo planteado se propone instanciar una técnica desarrollada en trabajos anteriores, Técnica para relevamiento de las necesidades de calidad de las partes interesadas (TRNC), desde el punto de vista de la calidad externa y de uso, tomando en cuenta las necesidades de calidad de los usuarios principales y desde la perspectiva de quien desarrolla y mantiene el software.

De esta manera las organizaciones no solo podrán especificar necesidades funcionales y/o de dominio para la mejora de un software, sino que también podrían incluir los aspectos de mejora relacionados con la calidad desde la perspectiva de la calidad de productos de software.

Introducción

En el proceso actual de transformación digital, las organizaciones hacen uso de la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones-TIC para mejorar sus procesos, ser más eficientes, innovar en sus productos y servicios, y cumplir con los objetivos del negocio y sus clientes. Para que todo esto sea posible, de una forma realista, con éxito, aportando la confianza que esperan las organizaciones y la sociedad en la transformación digital, es obligatorio que dichos sistemas de información y las TIC dispongan de la calidad necesaria [1].

También en [2] se menciona que el software es una de las herramientas de mayor utilidad en la optimización de procesos en las organizaciones, con el propósito de contar y ofrecer optimización, eficiencia y satisfacción de necesidades, razón por la cual el software debe contar con criterios que garanticen su calidad.

Cuando hablamos de la calidad del software, podemos hacer referencia a varias definiciones que existen en la literatura, por ejemplo, R. Pressman [3] la define como el cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño explícitamente establecidos, de los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y de las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente

En IEEE [4], se expresa que: “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”.

En tanto que ISO/IEC 25010 [5], define a la calidad del software como el Grado en que el producto software satisface las necesidades expresadas o implícitas, cuando es usado bajo condiciones determinadas

En este sentido, la mejora de la calidad del software puede ser abordada desde distintos puntos de vistas, dado que existen diferentes enfoques, como se menciona en [6] y en [2] estos enfoques están dados desde el punto de vista del proceso, del producto (calidad interna y externa) y del uso.

En [5] se enfatiza sobre la calidad en el ciclo de vida, en donde se pone en evidencia las relaciones de dependencia y de influencia que cada uno de estos enfoques tiene respecto del otro. Por ejemplo, la calidad (interna) de un producto de software dependerá de la calidad del proceso que lo ha generado, y por ende la calidad de ese proceso tendrá una influencia directa en la calidad (interna) de ese producto.

También se menciona que la calidad en el uso de un producto dependerá de la calidad (externa) del producto y que la misma tendrá una influencia directa sobre la calidad en uso en un contexto de uso determinado.

Para cada uno de los mencionados enfoques de la calidad existen distintos tipos de Modelo de Calidad (MC) de software que se pueden aplicar. Los MC representan un conjunto de características y subcaracterísticas deseables por alguna de las partes interesadas y que son esperables que tenga un producto.

Identificar y definir estas características permite tener los atributos necesarios para poder medir las propiedades

de calidad de los productos de software. En base a estos atributos se definen y/o reutilizan métricas, ya sea de la bibliografía o definidas para realizar las mediciones [7].

Cualquier oportunidad de mejora, y de manera particular las relacionadas con la calidad del software sugieren un cambio. En [8] se menciona que las propuestas de cambio al sistema son el motor para la evolución del mismo en todas las organizaciones. Se menciona también que estos cambios pueden provenir de cuatro fuentes: de requerimientos existentes que no se hayan implementado en el sistema liberado, de peticiones de nuevos requerimientos, de reportes de bugs de los participantes del sistema, y de nuevas ideas para la mejora del software por parte del equipo de desarrollo del sistema.

Por lo indicado anteriormente sería importante entonces, para las organizaciones, contar con la posibilidad de mejorar sus sistemas a través de la mejora de la calidad del software.

Tomando en cuenta la necesidad planteada, y el contexto descrito, es que, el presente trabajo tiene como objetivo central elaborar una propuesta que permita identificar y clasificar factores de calidad que permitan mejorar las características del software utilizado en las organizaciones.

Poder identificar, clasificar y analizar las necesidades de calidad de las partes interesadas [9], será el foco principal de este trabajo, para ello se hará uso de la Técnica para relevamiento de las necesidades de calidad de las partes interesadas (TRNC) desarrollada en [10].

La TRNC posibilita trabajar con distintas vistas de calidad y partes interesadas, dado que la misma, sólo fue validada para la vista externa y desde la perspectiva del adquiriente es que, se plantea en este trabajo validar la TRNC tomando en cuenta otras vistas de calidad y partes interesadas.

De manera puntual, en este trabajo se presenta un caso de estudio con el fin de instanciar la TRNC, tomando como escenario la necesidad de mejora de la calidad de un determinado producto de software implementado en una organización, desde el punto de vista de calidad externa y de uso, tomando en cuenta las necesidades de calidad de los usuarios principales y desde la perspectiva de quien desarrolla y mantiene el software.

En lo sucesivo el trabajo se encuentra estructurado de la siguiente forma: la Sección 2 describe la Familia de normas de normas ISO/IEC 25000 [11] y sus relaciones, la Sección 3 hace referencia a los Modelos de Calidad en general y en particular a los establecidos por ISO/IEC 25010 [5]. La Sección 4 presenta TRNC, la Sección 5 muestra los trabajos relacionaos, mientras que la Sección 6 desarrolla el caso de estudio. La Sección 7 expone los resultados y la Sección 8 presenta las conclusiones y los trabajos futuros.

2. Familia de Normas ISO/IEC 25000

En esta sección se presenta un desglose general de las divisiones y normas que forman parte de la familia de ISO/IEC 25000 [16], a este conjunto relacionado de normas se las conoce como SQuaRE, del inglés Systems

and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE).

SQuaRE es la evolución e integración del modelo de referencia ISO/IEC 9126 y del marco de trabajo ISO/IEC 14598.

SQuaRE es una serie organizada lógicamente, enriquecida y unificada que cubre dos procesos principales:

1-Especificación de requerimientos de la calidad de software.

2-Evaluación de la calidad del software, apoyados por un proceso de medición de la calidad de software.

El propósito de SQuaRE es ayudar al desarrollo y adquisición del producto de software con la especificación y evaluación de los requerimientos de calidad. Establece criterios para la especificación de requerimientos de la calidad del producto de software, su medición y evaluación. Incluye, además, un modelo de la calidad para la alineación de las definiciones de la calidad del cliente con atributos del proceso de desarrollo.

Además, la serie proporciona medidas recomendadas de los atributos de calidad del producto de software que pueden ser utilizadas por desarrolladores, adquirientes y evaluadores [16].

Según se muestra en la Figura 1 el modelo general de referencia SQuaRE está organizada a través de cinco divisiones, a su vez, cada una de ellas contiene una cierta cantidad de normas. En este modelo, se pueden ver las misma, como así también sus relaciones. Dicho modelo se creó para ayudar a los usuarios a navegar a través de SQuaRE.

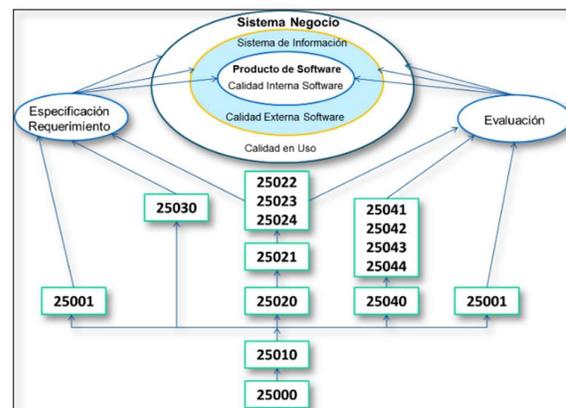


Figura 1. Modelo general de referencia SQuaRE [11]

2.1 División y normas de SQuaRE

- **ISO/IEC 2500n:** División de Gestión de la Calidad. Las normas que conforman esta división definen todos los modelos, términos y definiciones comunes referenciados por todas las otras normas de SQuaRE. Se ofrecen como ayuda para todo tipo de usuarios referencias (guía a través de los documentos SQuaRE) y recomendaciones prácticas de alto nivel para la implantación apropiada de las normas de aplicación específica.

La división también proporciona requisitos y directrices para una función de soporte, la cual es responsable de la evaluación y gestión de la especificación de requerimientos del producto. Las normas que conforman esta división son: *ISO/IEC 25000: Guía de SQuaRE* e *ISO/IEC 25001: Planificación y gestión*.

- ISO/IEC 2501n: División del Modelo de la Calidad.

En esta división se presentan los modelos detallados de calidad para sistemas y productos de software, calidad en el uso y calidad de datos. También proporcionan una guía práctica sobre la utilización del modelo de la calidad. Las normas que conforman esta división son: *ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad* e *ISO/IEC 25012 – Modelo de calidad de datos*.

- ISO/IEC 2502n: División de la Medición de la Calidad. Las Normas Internacionales que conforman esta división incluyen un modelo de referencia de medición de la calidad de sistemas y del producto de software, definiciones matemáticas de medidas de la calidad, y directrices prácticas para su aplicación. Esta división presenta medidas internas de la calidad de software, medidas externas de la calidad del sistema o producto de software y medidas de la calidad en el uso. Se definen y presentan los elementos de medida de la calidad que forman la base para medidas posteriores.

Las normas que conforman esta división son: *ISO/IEC 25020: Guía y modelo de referencia de medición*, *ISO/IEC 25021: Elementos de medida de la calidad*, *ISO/IEC 25022: Medición de la calidad en el uso*, *ISO/IEC 25023: Medición de la calidad del sistema y del producto de software*, *ISO/IEC 25024: Medición de la calidad de datos*

- ISO/IEC 2503n: División de los Requerimientos de la Calidad. Esta división ayuda en la especificación de los requerimientos de calidad. Estos requerimientos de la calidad se pueden utilizar en el proceso de elicitación de requerimientos de la calidad de un producto a ser desarrollado o como entradas para un proceso de evaluación.

La norma que conforma esta división es: *ISO/IEC 25030: Requerimientos de la calidad*

- ISO/IEC 2504n: División de la Evaluación de la Calidad. En esta división se proporciona requisitos, recomendaciones y directrices para la evaluación del producto, ya sea que la misma sea realizada por evaluadores independientes, adquirientes o desarrolladores. También se presenta el soporte para documentar una medida como un Módulo de Evaluación.

Las normas que conforman esta división son: *ISO/IEC 25040: Proceso de evaluación*, *ISO/IEC 25041: Guía de evaluación para desarrolladores, adquirientes y evaluadores independientes*, *ISO/IEC 25045: Módulos de evaluación para la capacidad de recuperación*.

3 Modelos de Calidad de Producto de Software.

Según se expresa en [5] los Modelos de Calidad (MC) son aplicados para apoyar la especificación y la evaluación de la calidad del software, también en [6] se plantea que los MC permiten la definición estructurada de criterios de evaluación, la especificación de requerimientos, la descripción de componentes en relación a ellos y la identificación de desajustes de manera sistemática facilitando el proceso de evaluación y selección del software.

Los modelos pueden, por ejemplo, ser utilizados por desarrolladores, adquirientes, personal de aseguramiento y de control de la calidad y evaluadores independientes, particularmente aquellos responsables de especificar y evaluar la calidad del producto de software.

Los (MC) son instrumentos o artefactos específicamente diseñados y construidos para soportar evaluación y selección de componentes de software. Permiten la definición estructurada de criterios de evaluación, la especificación de requerimientos, la descripción de componentes en relación a ellos y la identificación de desajustes de manera sistemática facilitando el proceso de evaluación y selección del software [11].

Los modelos de calidad representan un conjunto de características y subcaracterísticas deseables por alguna de las partes interesadas y que son esperables que tenga un producto.

Identificar y definir estas características permite tener los atributos necesarios para poder medir las propiedades de calidad de los productos de software. En base a estos atributos se definen y/o reutilizan métricas, ya sea de la bibliografía o definidas para realizar las mediciones [7].

Según se expresa en [11], las propuestas existentes de modelos de calidad se pueden clasificar como modelos de calidad fijos, a medida o mixtos. Para la primera clasificación, las principales propuestas fueron desarrolladas por autores como McCall (1977) [12], Boehm et al. (1986) [14] y FURPS Grady y Caswell (1987) [12]. Para los modelos de calidad a medida existen propuestas metodológicas como GQM (Goal-Question-Metric) de Basili [13] y la del estándar IEEE 1061 [14]. Mientras que para el desarrollo de los modelos de calidad mixtos se pueden destacar propuestas como, ADEQUATE Horgan [12], el modelo de Gilb [15] y el modelo propuesto en el estándar ISO/IEC 9126-1 [12], este último es actualizado y reemplazado por el estándar ISO/IEC 25010 [5].

3.1 Modelos de Calidad de ISO/IEC 25010

Como se detalló en la Sección 2 una parte importante y esencial en el esquema planteado por SQuaRE es el modelo de calidad, el mismo constituye la base del modelo de referencia (Figura 1) y, desde allí, se derivan los dos aspectos fundamentales que plantea SQuaRE: la especificación de requerimientos y la evaluación de la calidad del software.

De manera general, al modelo de calidad propuesto por la norma ISO/IEC 25010 [5], se lo podría esquematizar a través de un diagrama jerárquico, como se muestra en la

Figura 2, donde se representa, en un primer nivel, las principales características de calidad que tendrá el modelo, éstas pueden subdividirse en una o varias subcaracterísticas de calidad, lo que luego permite asociarle los atributos necesarios, éstos últimos representan las cualidades o propiedades de calidad que el software debe satisfacer.

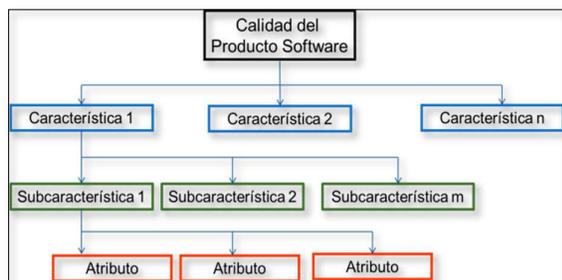


Figura 2. Jerarquía que representa el modelo de calidad [11]

En la Norma ISO/IEC 25010 [5] se definen dos tipos de modelos de calidad:

- Calidad en uso.
- Calidad del producto (Interna y Externa)

3.4.1 Modelo de Calidad en Uso

La calidad en el uso es definida en [5] como el grado en el cual un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para satisfacer sus necesidades para alcanzar metas específicas con eficacia, eficiencia, ausencia de riesgo y satisfacción en contextos de uso específicos.

El modelo de calidad en uso está compuesto por 5 características y 9 subcaracterísticas. En la Tabla 1 se puede observar cómo está compuesto el mencionado modelo de calidad.

Tabla 1. Modelo de Calidad en uso del estándar ISO/IEC 25010 [5]

Características	Subcaracterísticas
Eficacia	
Eficiencia	
Satisfacción	- Utilidad - Confianza - Placer - Comodidad
Ausencia de riesgo	- Mitigación de riesgo económico - Mitigación de riesgo de salud y seguridad física - Mitigación de riesgo ambiental
Cobertura del contexto	- Complejidad del contexto - Flexibilidad

3.4.1 Modelo de Calidad Producto

El modelo de calidad de producto está compuesto por 8 características y 31 subcaracterísticas, éstas se explicitan en la Tabla 2 y se refieren a las propiedades estáticas del software y a las propiedades dinámicas del sistema informático. Este modelo es aplicable tanto a sistemas informáticos como a productos de software.

Como se detalló anteriormente, el modelo de calidad de producto de software presentado dentro de SQuaRE, a través del estándar ISO/IEC 25010 [5], corresponde a la categoría de un modelo de calidad mixto.

Tabla 2 Modelo de Calidad de producto del estándar ISO/IEC 25010 [5]

Características	Subcaracterísticas
Adaptación funcional	- Completitud funcional - Exactitud funcional - Adecuación funcional
Eficiencia del desempeño	- Comportamiento relativo al tiempo - Utilización de recursos - Capacidad
Compatibilidad	- Co-existencia - Interoperabilidad
Usabilidad	- Capacidad de reconocer la adecuación - Facilidad de aprendizaje - Operatividad - Protección de errores del usuario - Estética de la interfaz del usuario - Accesibilidad
Confiabilidad	- Madurez - Disponibilidad - Tolerancia a fallas - Capacidad de recuperación
Seguridad	- Confidencialidad - Integridad - No repudio - Rendición de cuentas - Autenticidad
Capacidad de mantenimiento	- Modularidad - Reutilización - Capacidad de ser analizado - Capacidad de ser modificado - Capacidad de ser probado
Portabilidad	- Adaptabilidad - Capacidad de instalación - Capacidad de ser reemplazado

4 Técnica para Relevamiento de las Necesidades de Calidad de las Partes Interesadas.

La Técnica para relevamiento de las necesidades de calidad de las partes interesadas TRNC [10] está desarrollada con el fin de indagar sobre la opinión de los usuarios pertenecientes a las partes interesadas respecto de los aspectos de calidad de un determinado software.

La mencionada Técnica está basada en el marco de referencia que propone ISO/IEC 25030 [9] (Figura 3), con el fin de implementar los procesos de definición y análisis de requisitos de la calidad, tomando como punto de partida las necesidades de la calidad de las partes interesadas o stakeholders a través de la opinión que tengan éstos sobre los aspectos de calidad a considerar para un determinado software en un determinado ámbito de aplicación.

Otro aspecto importante y necesario que se destaca en esta Técnica es la identificación de los distintos tipos de usuarios que pertenecen a las distintas partes interesadas, esto se logra a través de la categorización propuesta por ISO/IEC 25000 [11].

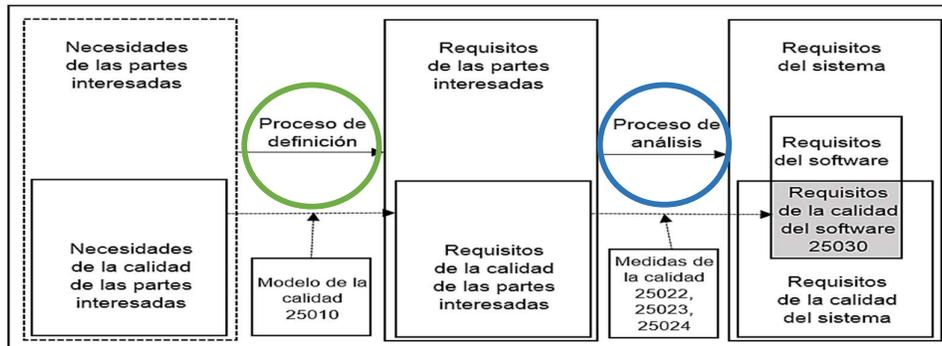


Figura 3. Definición y análisis de los requisitos de la calidad del software - IRAM ISO/IEC 25030:2019 [9]

Estas partes interesadas incluyen tres tipos de usuarios, según se explicita en ISO/IEC 25010 [5].

1. *Usuario principal.*
2. *Usuarios secundarios.*
3. *Usuario indirecto.*

Específicamente esta Técnica está compuesta por una serie de cuestionarios, los cuales incluyen una serie de preguntas, estas preguntas son seleccionadas de la guía de preguntas general, y son las que permiten recoger las opiniones de los usuarios pertenecientes a las partes interesadas, respecto de los aspectos de calidad para un determinado software en un ámbito específico de aplicación.

Las preguntas están elaboradas utilizando los siguientes elementos:

- Norma ISO/IEC 25030 [12].
- Norma ISO/IEC 25010 [5].
- Norma ISO/IEC 25023 [13].
- Norma ISO/IEC 25022 [14].
- Escala de Likert [15].
- Recomendaciones para recoger opiniones [16].

Estas preguntas están relacionadas con las características y subcaracterísticas del Modelo de Calidad (MC) de ISO/IEC 25010 [5] y las métricas definidas en ISO/IEC 25023 [13], y tienen la finalidad de que los distintos tipos de usuarios (principales, secundarios e indirectos) puedan responderlas de manera autónoma, teniendo en cuenta el software o sistema objeto de análisis y el ámbito de aplicación del mismo. Las respuestas se dan en una escala de cinco niveles de importancia de Likert [15].

Las preguntas están redactadas preferentemente en lenguaje no técnico, siguiendo las recomendaciones descriptas en [16].

Si bien se utiliza el MC de referencia propuesto en ISO/IEC 25010 [5], por ser un modelo amplio y de consenso internacional, la Técnica permite trabajar con cualquier MC que se quiera utilizar como referencia.

A continuación, se da un ejemplo de cómo quedaron redactadas las preguntas y su asociación con las características y subcaracterísticas de calidad en base al MC de ISO/IEC 25010 [5] y la asociación con las métricas correspondientes a ISO/IEC 25023 [13].

Característica: Usabilidad

Subcaracterística: Operatividad

Métrica Asociada: Soporte de dispositivos de entrada

Pregunta: ¿Qué importancia tiene para usted que el sistema pueda realizar las tareas mediante todas las modalidades de entrada apropiadas, como el teclado, el ratón o la voz? (Ej.: en determinados casos el uso del teclado hace las tareas más sencillas, el uso de lectores de código de barras, etc.)

Respuesta

Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	Importante	Muy importante
0	0	0	0	0

De manera puntual se puede mencionar que la TRNC cuenta con los siguientes elementos:

- Una guía general con un total de 84 preguntas. Estas preguntas abarcan la totalidad de las características y subcaracterísticas del MC de ISO/IEC25010 [5].
- Tres tipos de cuestionarios que contienen un subconjunto de las 84 preguntas y están orientados para cubrir las necesidades y expectativas de los usuarios principales, secundarios e indirectos.
- Un método basado en la escala de Lickert [15] que permite procesar las respuestas a los cuestionarios, ponderar los resultados y fijar criterios de aceptación.
- Aplicación web denominada SisRCPI (Sistema para la definición de Requisitos de Calidad de las Partes Interesadas) [10], este sistema web permite la carga del modelo de calidad de referencia, carga de las preguntas, armado, envío y procesamiento de los cuestionarios, emisión de distintos tipos de informes que sirven como soporte para la toma de decisiones para arribar a una especificación de requisitos de calidad del software.

5 Antecedentes Relacionados

Los antecedentes que se detallan a continuación son relevantes para este trabajo dado que los resultados que arrojaron son de importancia tanto para el dominio en donde fueron aplicados, como así también, por los

conceptos, métodos y/o técnicas desarrollados y/o implementados.

En [17] se presenta el método WORMS (del inglés, Weights, Objectives, Rules, Mismatches and Selection) aplicado para la selección de componentes OTS (de las siglas inglesas “Off-TheShelf”) este método divide el proceso de selección en dos fases:

- Fase 1: Elaboración del modelo de requisitos.
- Fase 2: Selección de componentes.

Dado los objetivos del presente trabajo es que haremos foco en la primera fase de la propuesta, la elaboración del modelo de requisitos. Esta fase, a su vez, está compuesta por dos actividades:

- Actividad 1: Determinar los requisitos de partida.
- Actividad 2: Asignar pesos y prioridades a los requisitos.

Para la Actividad 1 (Determinar los requisitos de partida), este método considera como punto de partida la existencia del MC y en caso de que no exista, los mismos autores proponen un método denominado IQMC [17] para su construcción.

Este método fue instanciado en [18] donde se construyó primero un MC basado en el estándar de calidad ISO/IEC 9126-1 siguiendo el método IQMC [17], también en [7] presenta una propuesta que utiliza el método tomando como modelo de calidad de referencia ISO/IEC 25010 [5], para ambos casos se menciona que, para asignar las prioridades a los factores de calidad los usuarios finales, utilizaron una matriz cuadrada, una variante de las matrices de Leopold [19].

Este método propone la elaboración del modelo de requisitos involucrando a personas interesadas (Stakeholders) y los usuarios finales, partiendo de un modelo de calidad preestablecido para un dominio específico o bien utilizando, por ejemplo, ISO/IEC 25010 [5] como MC de referencia y la implementación del método IQMC [17] para guiar la construcción del modelo de requisitos.

Otro antecedente para destacar es lo planteado en GOCAME (Goals-Oriented Context-ware Measurement and Evaluation) en donde se despliega una estrategia de medición y evaluación (M&E), la cual forma parte de la familia de estrategias del Enfoque Holístico de Calidad Multinivel y Multipropósito [20].

GOCAME se basa en el proceso para evaluadores y el proceso de medición de software de ISO, por lo tanto, GOCAME se apega a dichos estándares, además proporciona una visión integrada de ambos.

Según se expresa en [21], GOCAME tiene un proceso de M&E definido y modelado que consta de seis procesos principales:

- 1) Definir los requerimientos no funcionales.
- 2) Diseñar la medición.
- 3) Implementar la medición.
- 4) Diseñar la evaluación.
- 5) Implementar la evaluación.
- 6) Analizar y recomendar.

Según se desarrolla en [22], la primera actividad planteada en GOCAME es la de definir los requerimientos no funcionales, para ello se plantean tres sub-actividades:

- 1) Establecer la Necesidad de Información.
- 2) Especificar el Contexto.
- 3) Establecer el Árbol de Requerimientos.

Específicamente para el desarrollo del presente trabajo es de interés poner el foco en la sub-actividad 3 *Establecer el Árbol de Requerimientos*, para ello en [21] se establece que será necesario para cumplir con esa actividad llevar a cabo, entre otras, dos tareas:

- 1) Seleccionar un Modelo de Concepto.
- 2) Definir el árbol de requerimientos.

En [21] se lleva a cabo un caso en donde se arriba a una Especificación de Requerimientos No Funcionales en donde queda establecido el árbol de requerimientos a partir del modelo de concepto de ISO 9126-1 para la característica Calidad en Uso.

Para el caso desarrollado en [20], vemos que el modelo de concepto a utilizar es ISO/IEC 25010 [5] y que las dimensiones consideradas para conformar el árbol de requerimientos son Eficiencia, Adecuación funcional y Compatibilidad.

También en [23] se presenta un árbol de requerimientos que parte del modelo de concepto de ISO/IEC 25010 [5] y fue instanciado específicamente para la característica Seguridad y sus subcaracterísticas: Confidencialidad, Integridad y Autenticidad.

Como se puede observar, GOCAME es una propuesta robusta basada en una ontología, con procesos claramente especificados y definidos y posee una metodología y una herramienta desarrollada. Es una estrategia multipropósito que está específicamente diseñada para soportar M&E.

También se observa que la misma implementa, como uno de los procesos principales, Definir los requerimientos no funcionales, para lo cual, y dado el dominio o contexto de aplicación, se seleccionará un modelo de concepto de partida (por ej. modelo de calidad externa ISO/IEC 25010) para llegar a la especificación del árbol de requerimientos.

En [24] se presenta una propuesta que plantea el desarrollo de un asistente que implementa el enfoque Goal Question Metric (GQM) [25] e ISO/IEC 25010 [5] para la evaluación de características de calidad de producto de software.

Según se expresa en [24], la norma ISO/IEC 25010 [5] brinda un modelo de calidad para la evaluación de un conjunto de características aplicables a un producto de software. En el mismo trabajo se presenta un modelo de evaluación para las características y subcaracterísticas basado en el enfoque GQM [25], el cual parte de un objetivo concreto para, luego, crear preguntas asociadas a dicho objetivo y, mediante la combinación de las mismas, obtener la métrica en cuestión.

Para los tres casos desarrollados [24], se expresa que se generaron las preguntas asociadas específicamente a la característica de Seguridad y un conjunto de reglas de evaluación para las respuestas a esas preguntas que, combinadas, generaron las métricas a cada subcaracterística y, en consecuencia, las métricas de la característica.

Como se mencionó anteriormente, el modelo de calidad o de requisitos a ser evaluados para ese caso fue la característica Seguridad y las subcaracterísticas

correspondientes, las cuales fueron tomadas del modelo de referencia propuesto por ISO/IEC 25010 [5], el proceso de evaluación fue guiado por ISO/IEC 25040 [26] y la métricas definidas a través del enfoque GQM [25].

Otro antecedente ligado a lo descrito anteriormente es el desarrollo de un sistema denominado Sistema de Evaluación de Productos que es presentado en una tesis de grado [27].

Esta propuesta tiene como finalidad el desarrollo de un sistema que permita a usuarios inexpertos en calidad llevar a cabo una evaluación de un producto de software.

Para ese desarrollo se plantea la utilización del esquema que propone la norma ISO/IEC 25040 [26] para la ejecución de una evaluación. Se analiza la aplicabilidad de GQM [25], a través del cual se genera un conjunto de preguntas que permitan la creación de métricas aplicables a las subcaracterísticas de la ISO/IEC 25010 [5]. En base a esto, se generan criterios de evaluación basados en la combinación de las respuestas a dichas preguntas.

Se observa que esta propuesta está orientada a la evaluación de productos de software y los requisitos de calidad a ser evaluados a través de este método son seleccionados del modelo de calidad que propone ISO/IEC 25010 [5], las métricas se definen con el enfoque GQM [25] y el proceso de evaluación es guiado por ISO/IEC 25040 [26].

Si bien se utilizan cuestionarios para relevar los datos, no se presenta en esta propuesta algún método, técnica y/o herramienta que permita especificar los requisitos de calidad de partida a ser evaluados para un producto de software determinado, éstos son seleccionados directamente del modelo de calidad perteneciente a ISO/IEC 25010 [5].

Las propuestas vistas anteriormente revisten un marco de importancia para el área de calidad de software, todas ellas toman de alguna u otra manera como referencia el estándar de calidad ISO/IEC 25010 [5] o su antecesor ISO/IEC 9126-1 como modelos de concepto o modelo de calidad de referencia.

Se puede ver que en las propuestas anteriores no se explicita algún método y/o técnica que permita abordar de manera integral el tratamiento de las necesidades y/o expectativas de los distintos tipos de usuarios o stakeholders que interactúan o tienen algún interés en el software que operan, mantienen y/o utilizan como soporte para la toma de decisiones.

También se observa que en estas propuestas no se menciona la utilización de alguna norma o modelo que pueda conducir un proceso para lograr la especificación de requisitos de calidad de software, por ejemplo, la utilización del marco de referencia propuesto por ISO/IEC 25030 [12].

6. Caso de Estudio

Dada la necesidad de mejora para el software implementado en una organización, es que, para el desarrollo de este caso de estudio se selecciona el punto de vista de calidad externa y de uso, tomando en cuenta las necesidades de calidad de los usuarios principales y desde

la perspectiva de quien desarrolla y mantiene el software.

De manera concreta se instanciará la TRNC descrita en la Sección 2 en función de la premisa planteada en el párrafo anterior y se utilizará la aplicación SisRCPI [10] para gestionar los procesos operativos como: dar de alta los modelos de calidad de referencia con el fin de ofrecer las vistas de calidad necesarias (calidad externa de producto y de uso), gestionar la guía de preguntas, los cuestionarios y su posterior procesamiento. Como así también hacer uso de los informes y criterios de decisión para llegar a una especificación de requisitos de calidad de producto de software.

El software que es objeto de este estudio es un sistema web que permite a Docentes Investigadores, pertenecientes a una Institución Educativa de Nivel Superior, realizar la carga de los proyectos de I+D a la convocatoria que esa Institución promueve anualmente.

Este sistema, tiene como objetivo que el Investigador realice la carga completa y presente un Proyecto de I+D a la convocatoria vigente. Entre otras funcionalidades, este sistema, permite al investigador gestionar los RRHH involucrados en el proyecto, carga de CV y avales requeridos, cronograma de actividades, presupuesto involucrado, etc.

6.1 Carga Inicial del Modelo de Calidad

Como se mencionó anteriormente se utilizará SisRCPI [10] con el fin de gestionar la información necesaria para la instanciación de la TRNC [10].

Dado el perfil de este trabajo, se carga el modelo de calidad de producto, ISO/IEC25010 [5], vista externa y en uso, y sus métricas asociadas. La carga se hace a través de la transcripción del MC según sus características, subcaracterísticas y métricas asociadas para producto de software ISO/IEC 25023 [13] e ISO/IEC 25022 [14] para calidad en uso. Lo anterior se gestiona a través de la opción Modelos de Calidad SisRCPI Figura 4.



Figura 4. Captura de pantalla SisRCPI – Gestión del modelo calidad

6.2 Elaboración y Carga Inicial de las Preguntas

Para este caso las preguntas generadas fueron 25 en total, de las cuales 22 están relacionadas con el MC de producto vista externa y 3 con el MC en uso. Se abarcaron 3 Características y 11 subcaracterísticas en total. En la Tabla 3 se muestran los datos resumidos.

Para este caso las respuestas a las preguntas generadas estarán dadas en la escala de Likert [15] a través de cinco categorías para determinar el nivel de Acuerdo.

Tabla 3. Cantidad de preguntas por Modelo de Calidad

Modelos de Calidad	Característica	Subcaracterística	Cantidad de Preguntas	
Externo	Adaptación Funcional	Complejidad funcional	1	
		Adecuación funcional	1	
	Eficiencia del Desempeño	Comportamiento relativo al tiempo	1	
		Usabilidad	Capacidad de reconocer la adecuación	1
			Facilidad de aprendizaje	4
			Operatividad	8
			Protección de errores del usuario	3
			Estética de la interfaz del usuario	1
			Accesibilidad	2
	Uso	Satisfacción	Satisfacción general	1
Satisfacción con las características			2	

A modo de ejemplo se transcriben dos preguntas

Modelo de Calidad: Producto vista externa

Característica: Usabilidad

Subcaracterística: Facilidad de aprendizaje

Métrica Asociada: Valores por defecto de los campos de entrada

Pregunta: ¿El sistema cuenta con campos de entrada con valores por defecto y/o que se completan automáticamente?

Respuesta

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Modelo de Calidad: en uso

Característica: Satisfacción

Subcaracterística: Utilidad

Métrica Asociada: Satisfacción con las características

Pregunta: ¿Cuándo usted carga el Cronograma de actividades del proyecto en el sistema, lo realiza de manera adecuada con eficacia y eficiencia, con lo cual se podría decir que dicha actividad la realiza de manera satisfactoria?

Respuesta

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso

- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Las preguntas generadas son cargadas en SisRCPI a través de las opciones de menú para tal fin, en la Figura 5 se muestra la mencionada opción



Figura 5. Captura de pantalla SisRCPI – Gestión de preguntas

6.3 Carga de Información General

Desde la opción de menú Organizaciones de SisRCPI (Figura 6) se procede a cargar la información general para identificar la organización, el software, partes interesadas, el tipo de usuarios involucrados, etc.



Figura 6. Captura de pantalla SisRCPI – Gestión de Información general

Organización: El organismo que se da de alta para el caso de estudio es un Organismo perteneciente al sistema público de educación superior

Partes interesadas: se define para este caso que la clasificación general de las partes interesadas es quien desarrolla y mantiene el software

Usuarios: se cargan los usuarios con sus respectivos datos filiatorios y se asocia al tipo de usuario según corresponda (principal, secundario e indirecto). Para este caso el foco estará puesto en los usuarios principales, la cantidad seleccionada es de 20 usuarios. Este número se obtuvo de la base de datos de la institución y los mismos corresponden a usuarios que interactuaron con el sistema objeto en los años 2019 y 2020.

Tipo de software: este es un parámetro del sistema para identificar si el software es: un producto listo para usar, un

producto a medida o para modificaciones o mejora de un producto existente.

Software: Aquí se detalla el nombre y una descripción del software. Para este caso se describe como sistema de ciencia y tecnología. Este sistema permite a los docentes investigadores realizar la carga de los Proyecto de I+D en la convocatoria vigente.

Principales Funcionalidades por tipo de usuarios:

Para el desarrollo de este caso se selecciona a los usuarios principales.

Usuarios Principales:

Estos usuarios son los encargados de llevar a cabo la carga de los proyectos I+D en el sistema objeto de este caso, las principales funcionalidades están asociadas con la caga general de este tipo de proyectos, Denominación, Resumen técnico, Objetivos, RRHH, Calendario de actividades, Presupuesto, etc.

Creación, relación y envío de Cuestionarios

Desde la opción de menú Cuestionarios (Ver Figura 7) se crean los cuestionarios para cada tipo de Usuario (principal, secundario e indirecto). Para el caso en desarrollo se crea el cuestionario para usuarios principales



Figura 7. Captura de pantalla SisRCPI – Gestión de Cuestionarios

A este cuestionario se le asignan las preguntas elaboradas en el punto 4.2. Para el caso en desarrollo, la asignación de preguntas quedó de la siguiente forma:

- Cuestionario usuarios principales
25 preguntas
- Una vez completado el proceso de creación y asignación de preguntas, se le asigna al cuestionario los usuarios que deberán responderlas, de la misma forma, se muestra la lista de usuarios ya cargados y preclasificados para que se puedan seleccionar y relacionar al cuestionario correspondiente según la tipificación de usuario (principal, secundario e indirecto).
- Para el caso en desarrollo la asignación queda planteada de la siguiente manera:
 - Cuestionario usuarios principales
20 Usuarios asignados
25 Preguntas relacionadas
- Con los pasos anteriores realizados se procede al envío de los cuestionarios. Este proceso lo realiza el sistema a través

del envío automático de un correo electrónico a cada usuario (Ver Figura 8).



Figura 8. Captura de pantalla SisRCPI – Envío de encuestas a usuarios

El correo contiene un explicativo sobre el objetivo de dicho cuestionario y el link de acceso al mismo, este link redirige a los usuarios al sitio donde se encuentra el cuestionario a contestar.

Respuesta de los Usuarios

Los usuarios reciben un correo electrónico, este correo contiene el link para ingresar y responder el cuestionario.

En la Figura 9 se muestra una captura parcial de pantalla con una de las preguntas.

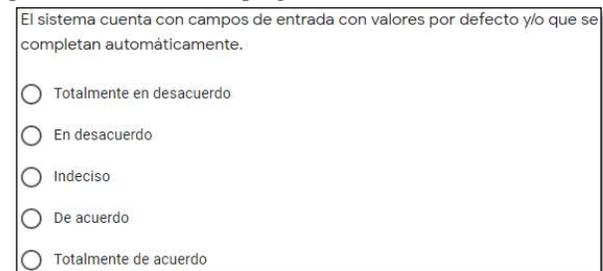


Figura 9. Captura de pantalla SisRCPI – Respuesta de los usuarios

Los datos son grabados directamente en la base de datos del SisRCPI.

A través del proceso de respuesta de cada uno de los usuarios quedan establecidas las necesidades de calidad de cada uno de ellos.

Procesamiento de los cuestionarios

El sistema agrupa los cuestionarios respondidos por tipo de usuario para luego realizar los cálculos previstos por el método Likert [15], esto es implementado en el sistema a través de un algoritmo programado para tal fin.

Lo que el sistema obtiene es una lista con las preguntas ponderas y ordenas de mayor a menor según el nivel de acuerdo que cada categoría de preguntas haya obtenido, quedando en las primeras posiciones de la lista aquellas categorías que mayor desacuerdo hayan recibido.

El mayor nivel de desacuerdo indica que los usuarios no están de acuerdo con lo que esperaban de una determina característica del producto.

Lo que se debe establecer luego, es el criterio de aceptación, desde qué porcentaje en adelante se aceptará para que esas preguntas luego sean transformadas en características y subcaracterísticas de calidad. Este es un aspecto dinámico que tiene SisRCPI, se pueden probar tantos criterios de aceptación como sean necesario.

Tanto el proceso para obtener los resultados, como establecer el criterio de aceptación y emitir los distintos tipos de informes (Trazabilidad por tipo de usuario, Trazabilidad de todos los usuarios e Informe preliminar) se llevan a cabo desde la opción de menú Informes de SisRCPI (Ver Figura 10).

El criterio de aceptación que se establezca tendrá que ver con cuestiones legales, institucionales, técnicas y de preferencia que los responsables de la organización deberán tomar para incluir más o menos requisitos de calidad.

La Figura 11 muestra una captura parcial de los datos procesados. en donde se puede ver cómo quedan ponderadas las preguntas respondidas por los usuarios principales y con un criterio de aceptación superior al 40%. Este es el primer informe que emite el sistema.

Como se aclaró anteriormente, las preguntas con mayor ponderación son aquellas que menos acuerdo lograron, o, dicho de otra manera, son aquellas con las que los usuarios están más en desacuerdo.

Luego se puede emitir el informe de trazabilidad por tipo de usuario, en este informe queda reflejado la trazabilidad entre las preguntas, los usuarios y las características, subcaracterísticas y métricas del modelo de calidad de referencia.

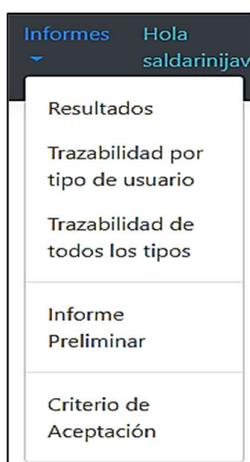


Figura 10. Captura de pantalla SisRCPI – Gestión de Informes

ID Prg	Pregunta	% UP
34	La información presentada en el sistema esté organizada y dispuesta en categorías que son convenientes para la realización de las tareas	95,79
3	El tiempo de respuesta del sistema es adecuado para cumplir con los objetivos de uso	93,01
1	El sistema proporciona todas las funcionalidades necesarias para desempeñar sus actividades	91,83
16	El sistema cuenta con la posibilidad de realizar las tareas mediante todas las modalidades de entrada apropiadas, como el teclado, el ratón. (Ej: En determinados casos el uso del teclado hace las tareas más sencillas, el uso de dispositivos de lectura de datos externos, etc.)	90,50
2	Las funcionalidades implementadas del sistema le permiten alcanzar los objetivos de uso con resultados adecuados	85,57
9	El sistema tiene un comportamiento y apariencia consistente tanto dentro de una determinada, como así también a través de tareas similares.	83,59
15	Las interfaces de usuario que tienen elementos similares, tienen también un aspecto similar (Ej. las pantallas "Aceptar" y "Cancelar" siempre se encuentran en la misma posición)	81,45
17	Las acciones del usuario (Ej: Confirmar, Borrar, Cancelar, etc.) están protegidas contra la causa de cualquier mal funcionamiento del sistema. (Ej. Al cancelar una operación, el usuario cuenta con una alternativa de confirmación)	68,40
13	El sistema cuenta con opciones para reconfirmar o deshacer una determinada acción para tareas que tienen consecuencias significativas	62,27
18	El sistema proporciona un valor correcto sugerido para los errores de entrada de los usuarios.(Ej. Al cargar un valor numérico con decimales el sistema permite la separación de miles y de decimales siempre con el mismo formato)	62,27
19	El sistema corrige o recupera errores en determinadas operaciones(Ej. El sistema permita recuperar un registro con error para ser corregido, etc.)	52,52
23	En términos generales se podría decir que usted se encuentra satisfecho con el desempeño del sistema	52,52
24	Cuando usted carga el Cronograma de actividades del proyecto en el sistema, lo realiza de manera adecuada con eficiencia y eficacia, con lo cual se podría decir que dicha actividad la realiza de manera satisfactoria	49,20
8	El sistema prevé para que usuarios principiantes puedan realizar tareas comunes sin necesidad de estudio o formación previa o de solicitar ayuda externa	45,89

Figura 11. Captura de pantalla SisRCPI – Informe de resultados

En la Figura 12 se muestra parcialmente el informe emitido, en el mismo ya se pueden observar las características y subcaracterísticas de calidad ponderadas de mayor a menor mostrando en el nivel superior las que acumularon un mayor nivel de desacuerdo.

Luego de esto, el sistema está en condiciones de emitir un informe con los resultados obtenidos, estos resultados incluyen los factores de calidad (Características y Subcaracterísticas) que se han identificado y seleccionado como aquellos que acumularon los mayores niveles de desacuerdo entre los usuarios principales. En la Figura 13 se muestra una captura parcial del informe mencionado.

ID_Prg	CC	SCC	MC	%_UP
34	Usabilidad	Operatividad	Categorización comprensible de la información	95,79
3	Eficiencia del Desempeño	Comportamiento relativo al tiempo	Tiempo de respuesta adecuado	93,01
1	Adaptación Funcional	Complejidad funcional	Cobertura funcional	91,83
16	Usabilidad	Operatividad	Soporte de dispositivos de entrada	90,50
2	Adaptación Funcional	Adecuación funcional	Adecuación funcional del objetivo de uso	85,57
9	Usabilidad	Operatividad	Consistencia operacional	83,59
15	Usabilidad	Operatividad	Consistencia de la apariencia	81,45
17	Usabilidad	Protección de errores del usuario	Evitar errores en la operación del usuario	68,40
13	Usabilidad	Operatividad	Capacidad de deshacer	62,27
18	Usabilidad	Protección de errores del usuario	Corrección de errores de entrada de usuario	62,27
19	Usabilidad	Protección de errores del usuario	Recuperación de errores del usuario	52,52
23	Satisfacción	Satisfacción general	Satisfacción general	52,52
24	Satisfacción	Satisfacción con las Car.	Satisfacción con las características (Conograma)	49,20
8	Usabilidad	Facilidad de aprendizaje	Interfaz de usuario autoexplicativa	45,89

Figura 12. Captura de pantalla SisRCPI – Informe de resultados-Trazabilidad por tipo de usuario

Informe de Requisitos de la Calidad de las Partes Interesadas

Criterio de aceptación aplicado: 40 %

Organización: Institución Universitaria

Área: CyT

Objetivo: Mejora de Sistema de gestión de CyT

Producto Software: Sistema de gestión de CyT

Usuarios: Usuarios Principales

Características	Subcaracterísticas	Métricas
Usabilidad	Operatividad	Categorización comprensible de la información
Eficiencia del Desempeño	Comportamiento relativo al tiempo	Tiempo de respuesta adecuado
Adaptación Funcional	Complejidad funcional	Cobertura funcional
Usabilidad	Operatividad	Soporte de dispositivos de entrada
Adaptación Funcional	Adecuación funcional	Adecuación funcional del objetivo de uso
Usabilidad	Operatividad	Consistencia operacional
Usabilidad	Operatividad	Consistencia de la apariencia
Usabilidad	Protección de errores del usuario	Evitar errores en la operación del usuario

Figura 13. Captura de pantalla SisRCPI – Informe de Requisitos de calidad de las partes interesadas

Este informe cuenta con la posibilidad de ser editado y modificado a criterio y bajo responsabilidad de la organización, por cada modificación se genera una nueva versión del informe pudiendo volver siempre a la versión original del mismo.

7. Resultados

Los principales resultados que arrojó este trabajo están relacionados con el caso de estudio desarrollado. El mismo, estuvo orientado a la identificación y selección de factores de calidad como aporte para la mejora de un producto de software implementado en una organización, a través de la utilización de la Técnica para Relevamiento de las Necesidades de Calidad de las partes interesadas (TRNC) [10].

Dado que el foco central que propone la Técnica utilizada es indagar sobre las necesidades de calidad de las partes interesadas, es que, para abordar la necesidad planteada se elaboraron un conjunto de 25 preguntas en total, de las cuales 22 de ellas están relacionadas con el MC de producto vista externa y 3 con el MC en uso. Se abarcaron 3 características y 11 subcaracterísticas de calidad en total. Los MC de referencia para producto y uso fueron tomados de ISO/IEC 25010 [5] y las métricas de las normas ISO/IEC 25023 [13] e ISO/IEC 25022 [14].

Las preguntas fueron redactadas en lenguaje no técnico y referenciadas con los MC antes mencionados, con lo cual, se elaboró el cuestionario específico para los usuarios principales del software que fue objeto del caso de estudio.

Con las respuestas obtenidas y con el criterio de aceptación del 40 %, propuesto por la organización, se pudo evidenciar los niveles de desacuerdo con algunas de los factores de calidad del software objeto. Por ejemplo, vemos en la Figura 12 y en la Figura 14 que, para el MC de producto, la Característica *Usabilidad*, Subcaracterística *Operatividad* y su Métrica asociada *Categorización comprensible de la información* fue la opción con mayor nivel de desacuerdo (95,79%) entre los usuarios encuestados, éste debería ser uno de los aspectos a mejorar del software objeto del estudio.

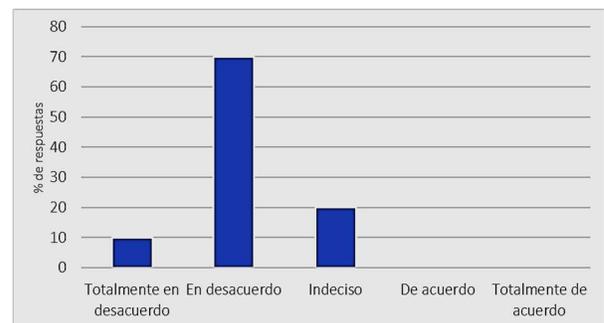


Figura 14. Nivel o grado de desacuerdo respecto de la Categorización comprensible de la información

Se puede ver que para el MC en uso la Característica *Satisfacción*, Subcaracterística *Satisfacción general* y su Métrica asociada *Satisfacción general*, por su ponderación del 52,52% también debería ser un aspecto a mejorar. Estos valores se pueden observar tanto en la Figura 12 como en la Figura 15.

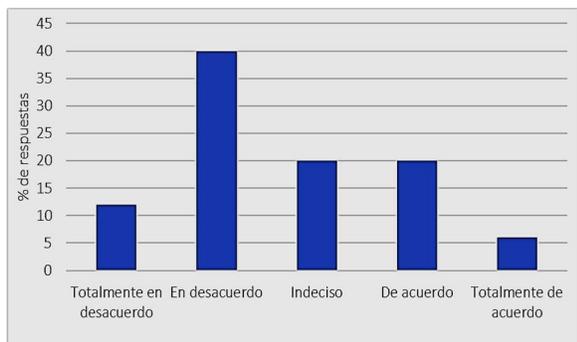


Figura 15. Nivel o grado de desacuerdo respecto de la Satisfacción general

También se observa en la Figura 12 y en la Figura 16 que la Característica *Eficiencia del desempeño*, Subcaracterística *Comportamiento relativo al tiempo* y su Métrica asociada *Tiempo de respuesta adecuado* fue ponderada con un nivel de desacuerdo del 93,01 %.

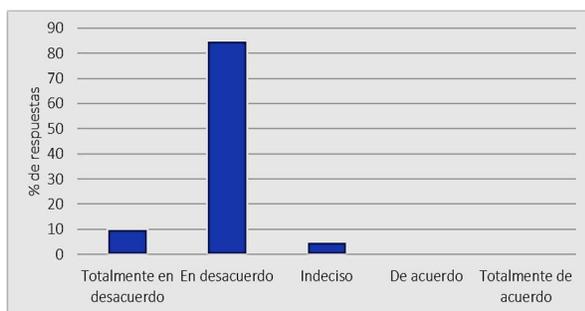


Figura 16. Nivel o grado de desacuerdo respecto del Tiempo de respuesta adecuado

A modo de resumen se puede observar que todas las Características de ambos modelos que se incluyeron en el cuestionario quedaron identificadas como posibles puntos de mejora. Las Subcaracterísticas identificadas como puntos de mejora fueron: 9 para la Característica Usabilidad, 1 para Eficiencia del Desempeño, 2 para Adaptación Funcional y 2 para la Característica Satisfacción. En la Tabla 4 se exponen los datos discriminados por MC, Características y Subcaracterísticas consignados.

Tabla 4. Resumen de cantidades de Características subcaracterísticas identificadas

MC	Característica	Subc. incluida en el cuestionario	Subc identificadas
Externo	Usabilidad	19	9
	Eficiencia del Desempeño	1	1
	Adaptación Funcional	2	2
Uso	Satisfacción	3	2
TOTAL		25	14

De los 25 factores de calidad por los cuales fueron consultados los usuarios principales, 14 de ellos obtuvieron una ponderación de más del 40% de desacuerdo, estos

factores podrían representar puntos de mejoras para el software objeto de este estudio.

8. Conclusiones y Trabajos Futuros

A través del desarrollo del presente trabajo se pudo verificar el uso de la Técnica para relevamiento de las necesidades de calidad de las partes interesadas (TRNC) [10] instanciándola desde el punto de vista de calidad externa y de uso, tomando en cuenta las necesidades de calidad de los usuarios principales y desde la perspectiva de quien desarrolla y mantiene el software.

Según los resultados obtenidos, se observa la utilidad para las organizaciones de contar con una Técnica que les permita identificar, clasificar y analizar las necesidades de calidad de las partes interesadas, con lo cual es posible arribar a una especificación de requisitos de calidad de software.

Para el caso que se desarrolló en este trabajo, se observa que al obtener una especificación de requisitos de calidad de software ponderada y ordenada según los niveles de desacuerdo de los usuarios respecto de los factores de calidad por lo que fueron consultados, esta especificación representa una oportunidad para la mejora de ese software que fue foco del estudio.

Es importante destacar que esta propuesta puede colaborar con las iniciativas descritas en la Sección 3 dado que las mismas también utilizan normas o modelos de referencia enfocados en la calidad de productos de software, y que, como esta propuesta se enfoca específicamente en identificar, clasificar y analizar las necesidades de calidad de las partes interesadas, con lo cual es posible arribar a una especificación de requisitos de calidad de software, ésta podría ser tomada por esas iniciativas que luego posibilitan llevar a cabo, por ejemplo, los procesos de evaluación de los aspectos de calidad.

Dado que la Técnica permite la intercambiabilidad del modelo de calidad de referencia y posibilita incluir distintas partes interesadas, desde distintas perspectivas, se plantea la necesidad de llevar a cabo otros estudios o casos que permitan abordar otros dominios de aplicación, por ejemplo, empresas desarrolladoras de software.

Referencias

- [1] M. Pliattini, F. García, I. García y F. Pino, Calidad de Sistemas de Información-4° Edición Ampliada y Actualizada, Madrid: RA-MA, 2018.
- [2] M. Callejas-Cuervo, A. C. Alarcón-Aldana y A. M. Álvarez-Carreño, «Modelos de calidad del,» Entramado, vol. 3, n° 1, pp. 236-250, 2017.
- [3] R. Pressman, Ingeniería de Software., 6 ed., McGraw-Hill, 2005.
- [4] IEEE .Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer dictionary, Standard 610, Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, 1990.

- [5] ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models., ISO, 2011.
- [6] A. Villalta y J. Carvallo, «Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura,» de CEDIA, Maskana, 2015.
- [7] M. L. Sánchez Peralta, Evaluación de la Calidad de los MOOC con ISO/IEC 25010, M.S. Tesis - Universidad de Cuenca - Cuenca, 2017.
- [8] I. Sommerville, Ingeniería de Software, 9º ed., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2011.
- [9] IRAM ISO/IEC 25030:2019, Ingeniería de Software – Requisitos de la calidad del producto de software (SQuaRE) – Requisitos de Calidad., Buenos Aires: IRAM, 2019.
- [10] J. Saldarini, C. Salgado, A. Sanchez, M. Peralta, L. Rivara, I. Solis y I. Chiapero, Sistema para la Definición de Requisitos de Calidad de las Partes Interesadas: Un aporte a los Procesos Licitatorios en el Estado Argentino, 2019.
- [11] ISO/IEC 25000:2014, Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), ISO-Guide to SQuaRE, 2014.
- [12] M. S. J. J. a. J. C. J. Bermeo Conto, «Modelos de Calidad de Software en la Práctica: Mejorando su Construcción con el Soporte de Modelos Conceptuales,» de CEDIA, 2016.
- [13] C. Calero, M. Piattini y M. Moraga, Calidad del producto y proceso software, Ra-Ma, 2010, pp. 509-532.
- [14] M. CALLEJAS-CUERVO, A. C. ALARCÓN-ALDANA y A. M. ÁLVAREZ-CARREÑO, «Modelos de calidad del,» Entramado, vol. 3, n° 1, pp. 236-250, 2017.
- [15] V. R. Basili, G. Caldiera y H. D. and Rombach, «The goal question metric approach,» Encyclopedia of software engineering, pp. 528-532, 1994.
- [16] INSTITUTE OF ELECTRIAL ELECTRONIC ENGINEERING , IEEE Std 1061-1998 IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology – Description, 1998.
- [17] ISO/IEC 25030:2007, Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements., ISO, 2007.
- [18] ISO/IEC 25023:2016, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality., ISO, 2016 (E).
- [19] ISO/IEC 25022:2016 , Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use, ISO, 2016 (E).
- [20] R. Likert, A mewthod of constructing an attitude scale, Chicago: GM Maranell, 1974.
- [21] N. Cortada de Kohan, Teoría y Métodos para la construcción de Escalas de Actitudes., 1 ed., Buenos Aires: Lugar Editorial SA, 2004.
- [22] J. Carvallo y X. Franch, «Análisis de Desajustes Respecto los Requisitos en la Selección de Componentes OTS,» de XII Conferencia Iberoamericana de Software Engineering (CibSE), Medellín, 2009.
- [23] L. Leopold, «A Procedure for Evaluating Environmental Impact,» US Geological Circular 645, 1971.
- [24] C. Vicenz, N. Waiman, F. Papa, P. Becker y L. and Olsina, «Enfoque Holístico de Calidad: Aplicación de una Estrategia de Selección de Alternativas,» de XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Tandil, 2018.
- [25] L. O. María Fernanda Papa, «Aspectos de Mejora de una Estrategia de Medición y Evaluación a partir de un Análisis Comparativo de Estrategias Integradas,» de Cibse, Buenos Aires, 2012.
- [26] P. Becker, Visión de proceso para estrategias integradas de medición y evaluación de la calidad, La Plata: Facultad de Informática-Universidad Nacionla de la Plata, 2014.
- [27] G. Covella, A. Dieser y L. Olsina, «Una Estrategia de Medición y Evaluación como Soporte para la Gestión de Tecnologías de Información en el Estado,» de 42 JAIIO – SIE - Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la UNC, Córdoba Capital, 2013.
- [28] J. Calabrese, R. Muñoz, A. Pasini, S. Esponda, M. Boracchia y P. and Pesado, «Asistente para la evaluación de características de calidad de producto de software propuestas por ISO/IEC 25010 basado en métricas definidas usando el enfoque GQM,» de XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, 2017, pp. 660-671.
- [29] ISO/IEC 25040:2011, Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process., ISO, 2011.
- [30] J. Calabrese y R. Muñoz, Asistente para la evaluación de calidad de producto de software según la familia de normas ISO/IEC 25000 utilizando el enfoque GQM, Tesis de grado - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, Facultad de informática, 2018.