



MARZO 2018

**ASISTENTE PARA LA EVALUACIÓN DE
CALIDAD DE PRODUCTO DE SOFTWARE
SEGÚN LA FAMILIA DE NORMAS ISO/IEC
25000 UTILIZANDO EL ENFOQUE GQM**

UNLP | FACULTAD DE INFORMÁTICA

JULIETA CALABRESE – ROCÍO MUÑOZ

DIRECTORES: ARIEL PASINI - MARCOS BORACCHIA

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Motivación.....	7
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivo específico.....	9
1.4 Desarrollo propuesto.....	10
1.5 Estructura de la tesina.....	11
CAPÍTULO 2 – LA FAMILIA ISO/IEC 25000 Y GQM.....	13
2.1 Introducción.....	13
2.2 ISO/IEC 25000.....	14
2.2.1 ISO/IEC 2500n - Gestión de Calidad de Software.....	15
2.2.2 ISO/IEC 2501n - Modelo de Calidad de Software.....	15
2.2.3 ISO/IEC 2502n - Medición de Calidad de Software.....	18
2.2.4 ISO/IEC 2503n - Requisitos de Calidad de Software.....	18
2.2.5 ISO/IEC 2504n - Evaluación de Calidad de Software.....	19
2.3 GQM.....	21
2.3.1 Niveles de GQM.....	22
2.3.2 Proceso - Pasos de GQM.....	23
2.3.3 Implementación de GQM.....	25
2.4 Conclusión.....	27
CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE PRODUCTO DE SOFTWARE CON GQM.....	29
3.1 Introducción.....	29
3.2 Métricas de Calidad y GQM en el proceso de evaluación.....	30
3.2.1 Características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010.....	31

3.2.2 Métricas de la norma ISO/IEC 25023.....	34
3.3 Evaluación con GQM.....	35
3.3.1 Aplicación de GQM para generar una métrica a la subcaracterística de Confidencialidad (Seguridad).....	36
3.3.1.1 Metas.....	36
3.3.1.2 Generación de preguntas.....	36
3.3.1.3 Criterios de Evaluación.....	36
3.3.1.4 Definición de las métricas.....	37
3.4 Conclusión.....	37
CAPÍTULO 4 – SEP SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PRODUCTO.....	39
4.1 Introducción.....	39
4.2 Presentación de SEP.....	39
4.2.1 Funcionalidades.....	40
4.2.1.1 Registro.....	40
4.2.1.2 Inicio de sesión.....	40
4.2.1.3 Nueva evaluación.....	41
4.2.1.4 Ver/Modificar evaluaciones.....	42
4.2.2 Utilización de SEP.....	42
4.2.2.1 Registro.....	43
4.2.2.2 Inicio de sesión.....	44
4.2.2.3 Ver evaluación.....	46
4.2.2.4 Ver informe de evaluación.....	48
4.2.2.5 Crear evaluación.....	48
4.2.2.5.1 Establecer los requisitos de la evaluación.....	50
4.2.2.5.2 Especificar la evaluación.....	53
4.2.2.5.3 Diseñar la evaluación.....	56
4.2.2.5.4 Ejecutar la evaluación.....	57
4.2.2.5.5 Concluir la evaluación.....	59
4.3 Arquitectura del desarrollo.....	61

4.3.1 CodeIgniter (versión 3.0.6)	61
4.3.2 PHP (versión 5.6)	62
4.3.3 MySQL	63
4.4 Librerías adicionales	64
4.4.1 Bootstrap	64
4.4.2 FPDF	64
4.5 Conclusión	65
CAPÍTULO 5 – CASOS DE ESTUDIO	67
5.1 Introducción	67
5.2 Aplicando SEP	67
5.2.1 Definición del producto	67
5.2.2 Propósito de la evaluación	68
5.2.3 Características a evaluar del producto de software	69
5.2.4 Fase en la que se encuentra el producto	70
5.2.5 Rigor de la evaluación	71
5.2.6 Subcaracterísticas a evaluar	72
5.2.7 Criterios de decisión de las subcaracterísticas	74
5.2.8 Criterios de decisión de las características	77
5.2.9 Actividades de la evaluación	78
5.2.10 Mediciones	79
5.2.11 Informe de la evaluación	83
5.2.12 Feedback de la evaluación	84
5.3 Conclusión	85
CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES	87
CAPÍTULO 7 - REFERENCIAS	91
ANEXO I – PREGUNTAS	93
ANEXO II – CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)	99
ANEXO III - MÉTRICAS	105
ANEXO IV - INFORMES	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - División de la Familia ISO/IEC 25000	15
Figura 2 - Correlación GQM.....	22
Figura 3 - GQM en términos de fases.....	25
Figura 4 - Integración de ISO/IEC 25040 con GQM.....	31
Figura 5 - Métrica de Confidencialidad (Extraída de la Norma ISO/IEC 25023).....	35
Figura 6 - Métrica definida para la subcaracterística Confidencialidad	37
Figura 7 - Pantalla principal SEP	43
Figura 8 - Registro de usuario en SEP	44
Figura 9 - Inicio de sesión en SEP.....	45
Figura 10 - Evaluaciones del usuario en SEP.....	46
Figura 11 - Solicitud de confirmación de apertura de evaluación en SEP.....	47
Figura 12 - Ver evaluación en SEP	47
Figura 13 - Ver informe de evaluación archivada en SEP.....	48
Figura 14 - Nueva evaluación en SEP	49
Figura 15 - Nuevo producto creado en SEP	50
Figura 16 - Establecer propósito en SEP	51
Figura 17 - Seleccionar características en SEP	51
Figura 18 - Definir fase del producto en SEP	52
Figura 19 - Establecer rigor de la evaluación en SEP.....	53
Figura 20 - Seleccionar subcaracterísticas en SEP.....	54
Figura 21 - Definir criterios de decisión de las subcaracterísticas en SEP.....	55
Figura 22 - Definir criterios de decisión de las características en SEP.....	56
Figura 23 - Establecer plan de actividades de la evaluación en SEP	57
Figura 24 - Seleccionar característica para realizar medición en SEP	58
Figura 25 - Responder preguntas para característica seleccionada en SEP	58
Figura 26 - Opción de "Generar informe" en SEP.....	59
Figura 27 - Ver informe generado en SEP	59
Figura 28 - Establecer feedback de la evaluación en SEP.....	60
Figura 29 - Opción de "Archivar evaluación" en SEP.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Características y Subcaracterísticas definidas en ISO/IEC 25010	16
Tabla 2 - Preguntas definidas para la subcaracterística Confidencialidad	36
Tabla 3 - Criterios de evaluación definidos para la subcaracterística Confidencialidad...	37
Tabla 4 - Definición del producto en Sistema A y Sistema B.....	68
Tabla 5 - Propósito de la evaluación en Sistema A y Sistema B	69
Tabla 6 - Selección de características en Sistema A y Sistema B.....	70
Tabla 7 - Fase del producto en Sistema A y Sistema B	71
Tabla 8 - Rigor de la evaluación en Sistema A y Sistema B	72
Tabla 9 - Selección de subcaracterísticas en Sistema A y Sistema B	74
Tabla 10 - Criterios de decisión de las subcaracterísticas en Sistema A y Sistema B	76
Tabla 11 - Criterios de decisión de las características en Sistema A y Sistema B	78
Tabla 12 - Actividades de la evaluación en Sistema A y Sistema B	79
Tabla 13 - Mediciones en Sistema A y Sistema B	83
Tabla 14 - Informe de la evaluación en Sistema A y Sistema B.....	84
Tabla 15 - Feedback de la evaluación en Sistema A.....	84

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En este capítulo se presentan los temas abordados en la tesina, incluyendo la motivación por la cual se originó la realización del trabajo, los objetivos esperados, y una breve descripción del sistema propuesto denominado SEP - Sistema de Evaluación de Producto.

1.2 Motivación

En la actualidad, el número de empresas desarrolladoras de software ha experimentado un fuerte crecimiento, juntamente con el incremento de la demanda de productos del sector.

Para este tipo de empresas, la calidad del software tiene un papel fundamental como elemento diferenciador de competitividad y de imagen frente a sus clientes y porque, consecuentemente, las pérdidas económicas que puede ocasionar la no calidad son considerables. Por este motivo, las actividades relacionadas con la calidad de software y su evaluación están cobrando cada vez más importancia. [1]

Una organización puede interesarse en evaluar su producto de software con la necesidad de satisfacer diferentes objetivos. Dichos objetivos se enfocan en asegurar tiempos de entrega y reducción de fallos en el producto tras su implantación en producción, establecer acuerdos en el ámbito del servicio, definir parámetros de calidad que debe cumplir antes de ser entregado, detectar los defectos en el producto de software, proceder a su eliminación antes de la entrega, evaluar y controlar el rendimiento del producto desarrollado, asegurar que podrá generar los resultados teniendo en cuenta las restricciones de tiempo y recursos establecidas, entre otros.

En este sentido, la familia ISO 25000 [2] conocida como SQuaRE (*Software Product Quality Requirements and Evaluation*) nace para dar respuesta a estas necesidades. Su objetivo es la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto de software, sustituyendo a las anteriores ISO/IEC 9126 [3]: *Software Product Quality* e

ISO/IEC 14598 [4]: *Software Product Evaluation*. Dentro de esta familia de normas se destacan las normas ISO/IEC 25010 [5] e ISO/IEC 25040 [6].

ISO/IEC 25010 - "*Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models*" define un modelo de calidad compuesto por ocho características, cada una de ellas conformada por un conjunto de subcaracterísticas que permiten la evaluación de un producto de software: 1. *Adecuación funcional* (Complejidad funcional, Corrección funcional, Pertinencia funcional), 2. *Compatibilidad* (Coexistencia, Interoperabilidad), 3. *Eficiencia de Desempeño* (Capacidad, Comportamiento temporal, Utilización de recursos), 4. *Mantenibilidad* (Analizabilidad, Capacidad de ser modificado, Capacidad de ser probado, Modularidad, Reusabilidad), 5. *Fiabilidad* (Capacidad de recuperación, Disponibilidad, Madurez, Tolerancia a fallos), 6. *Portabilidad* (Adaptabilidad, Capacidad de ser reemplazado, Facilidad de instalación), 7. *Seguridad* (Autenticidad, Confidencialidad, Integridad, No-Repudio, Responsabilidad), 8. *Usabilidad* (Accesibilidad, Aprendizaje, Estética, Inteligibilidad, Operabilidad, Protección frente a errores de usuario).

ISO/IEC 25040 - "*Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Evaluation process*" define un conjunto de 13 procesos separados en 5 etapas para llevar a cabo la evaluación de un producto: *Etapa 1 - Establecer los requisitos de la evaluación. Etapa 2 - Especificar la evaluación. Etapa 3 - Diseñar la evaluación. Etapa 4 - Ejecutar la evaluación. Etapa 5 - Concluir la evaluación.*

Dentro de la familia SQuaRE, el subgrupo 2502n define una guía orientada a la medición de la calidad de producto para llevar a cabo su certificación. En particular, la norma ISO/IEC 25023 [7]: "*Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Measurement of system and software product quality*" presenta las métricas a utilizar en el proceso de evaluación del producto, las cuales resultan complejas a la hora de ser aplicadas por usuarios inexpertos en el uso de las mismas.

GQM (*Goal, Question, Metric*) [8] es un enfoque orientado a lograr una métrica que mida cierto objetivo de una manera determinada. El modelo de medición posee un nivel conceptual (*Goal* / Objetivo) que define un objetivo para un objeto medible (un producto, un proceso o un recurso) con respecto a varios modelos de calidad, desde varios puntos de vista y relativo a un entorno particular; un nivel operativo (*Question* / Pregunta) donde

se refina un conjunto de preguntas a partir del objetivo, con el propósito de verificar su cumplimiento, y las cuales tratan de caracterizar el objeto de medición con respecto a un modelo de calidad seleccionado, y un nivel cuantitativo (*Metric / Métrica*) que asocia la combinación de respuestas a las preguntas con el fin de obtener un valor cuantitativo asociado al objeto que se está midiendo.

El uso de la norma ISO/IEC 25023 en una evaluación de producto por personas poco experimentadas en el área de calidad de software resulta extremadamente compleja, principalmente por la amplia variedad de técnicas de medición que presenta. Bajo este contexto, nace el interés de encontrar una alternativa que asista a cualquier tipo de usuario a generar un informe de calidad de los productos de software. Una solución es utilizar el enfoque GQM para definir un conjunto de métricas que aproximen al usuario al contexto de los requisitos del modelo de calidad propuesto por SQuaRE.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una herramienta que asista al proceso de evaluación de un producto de software según las directivas brindadas por la norma ISO/IEC 25040 (*Systems and Software Engineering — Systems and Software Quality Requirements and Evaluation SQuaRE — Evaluation Process*). Dicha herramienta servirá de guía para personas poco experimentadas en el área de calidad de software, las cuales estén interesadas en realizar una evaluación de un producto mediante el análisis de diferentes características.

1.3.2 Objetivo específico

Investigar la familia de normas ISO/IEC 25000 - SQuaRE (*Software Product Quality Requirements and Evaluation*) y el enfoque GQM (*Goal, Question, Metric*) con el objetivo de obtener los requerimientos necesarios y elementales para el desarrollo de la herramienta anteriormente mencionada. Además, la herramienta utilizará las características definidas en la norma ISO/IEC 25010 (*Systems and Software Engineering - - Systems and Software Quality Requirements and Evaluation SQuaRE -- System and Software Quality Models*), que serán evaluadas a través del enfoque GQM.

1.4 Desarrollo propuesto

Investigar y analizar las ventajas de la familia de normas ISO/IEC 25000, en particular la ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25040. Se tendrán en cuenta los puntos de vista de los stakeholders que propone la ISO/IEC 25040 en la ejecución de una evaluación. Se analizará la aplicabilidad de GQM como métrica al modelo de calidad propuesto por SQuaRE, generando un conjunto de preguntas que permitan la creación de métricas aplicables a las subcaracterísticas de la ISO/IEC 25010. En base a esto, se generarán criterios de evaluación basados en la combinación de las respuestas a dichas preguntas, como alternativa para evaluar un producto de software.

Se desarrollará una herramienta denominada *SEP - Sistema de Evaluación de Producto*, que permitirá asistir a un usuario inexperto en el área de calidad durante el proceso de evaluación del producto de software con el enfoque propuesto. Dicha herramienta permitirá llevar a cabo las siguientes actividades:

1. Establecer los requisitos de la evaluación

Definir el propósito de la evaluación, indicando el motivo por el cual la organización quiere evaluar la calidad de su producto software. Obtener los requisitos de calidad del producto, identificando los stakeholders y las partes del producto a evaluar, junto con el modelo de calidad ISO/IEC 25010. Establecer el rigor de la evaluación, basándose en aspectos económicos, ambientales y de seguridad.

2. Especificar la evaluación

Seleccionar las métricas a evaluar. Definir los criterios de decisión para dichas métricas y finalmente definir los criterios de decisión para las características a las cuales pertenecen las métricas evaluadas, obteniendo la valoración de la calidad del producto software de forma general.

3. Diseñar la evaluación

Planificar las actividades de la evaluación teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos que puedan ser necesarios, el presupuesto, los métodos de evaluación y estándares adaptados, las herramientas de evaluación, etc.

4. Ejecutar la evaluación (integración con GQM)

Responder el conjunto de preguntas correspondientes a las métricas seleccionadas. Se obtendrá un registro, en el cual se especifican los valores obtenidos para cada una de las métricas.

5. Concluir la evaluación

Revisar el registro y generar un informe de calidad de producto, obteniendo un feedback de los resultados de haber aplicado la evaluación.

1.5 Estructura de la tesina

En el siguiente capítulo se abordará el concepto de normas de calidad, haciendo hincapié en la familia ISO/IEC 25000 (SQuaRE) y el enfoque GQM como herramienta de medición. Luego, en el capítulo 3 se expondrá la integración realizada entre ambos conceptos, focalizándose en la importancia de realizar una medición de calidad de producto. Posteriormente se presenta “**SEP – Sistema de Evaluación de Producto**”, que fue desarrollado a lo largo del proyecto, mencionando sus funcionalidades, detalles de utilización y arquitectura de implementación. En la siguiente sección se realizan dos evaluaciones de producto utilizando SEP, con diferentes propósitos de evaluación y generando los informes correspondientes. Finalmente, se presentan las conclusiones y trabajos futuros de este trabajo.

CAPÍTULO 2 – LA FAMILIA ISO/IEC 25000 Y GQM

2.1 Introducción

Al realizar un análisis de las diversas definiciones del término “calidad”, se puede concluir que este concepto se relaciona con las exigencias de los consumidores ante una determinada necesidad, teniendo en cuenta el nivel de satisfacción obtenido cuando la misma ha sido satisfecha. Dichas necesidades hacen referencia a un determinado conjunto de características de un producto o servicio que son de gran importancia para el interesado, las cuales pueden ser implícitas (por la función propia del producto o servicio) o explícitas. Una característica de un producto de software se define como un factor que afecta la calidad del mismo y se compone de un conjunto de subcaracterísticas, las cuales otorgan una subclasificación de las mismas. Teniendo esto en cuenta, las empresas deben satisfacer las necesidades del cliente y al mismo tiempo realizar sus procesos en forma eficiente obteniendo así productos de buena calidad. [9] [10]

Desarrollar un software con calidad implica la utilización de estándares, metodologías y procesos para el análisis, el diseño, la programación y las pruebas, con el fin de lograr confiabilidad, efectividad y productividad en el control de la calidad. Es por ello que medir la calidad de un producto de software implica evaluar un producto final y los procesos que se siguieron para llegar a este.

La familia ISO/IEC 25000 - SQuaRE (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*) propone un conjunto de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software. La familia se presenta como una evolución de las normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, con la actualización del modelo de calidad de producto, las métricas correspondientes y su proceso de medición. Las compañías desarrolladoras de software que tienen implementados los estándares SQuaRE aseguran la calidad del producto entregado, optimizando el tiempo de entrega, los recursos utilizados y el costo de personal. [11] [12]

En la actualidad existen empresas que tienen falencias en la adecuada producción de software, debido a que no utilizan un modelo que permita asegurar la calidad del mismo. Aplicar el modelo propuesto beneficia al equipo de trabajo y garantiza que el producto final sea de alta calidad, haciéndolo más confiable, permitiendo la fidelización de clientes.

Una de las propuestas de este trabajo es brindar una alternativa para realizar la medición de las características definidas en SQuaRE, utilizando el enfoque GQM (*Goal, Question, Metric*).

GQM es un método orientado a lograr una métrica que mida cierto objetivo de una manera determinada a través de la utilización de preguntas. Proporciona una manera útil para definir mediciones tanto del proceso como de los resultados de un proyecto. Considera que un programa de medición puede ser más satisfactorio si es diseñado teniendo en mente las metas (objetivo perseguido). Las preguntas ayudan a medir si se está alcanzando en forma exitosa la meta definida. Se busca mejorar la calidad y confiabilidad reduciendo costos, riesgos y mejorando tiempos.

GQM define un objetivo, establece un conjunto de preguntas en base al mismo y genera métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas. Se puede aplicar a todo el ciclo de vida del producto, procesos, y recursos y se puede alinear fácilmente con el ambiente organizacional. Puede ser utilizado por los miembros individuales de un equipo de proyecto para enfocar su trabajo y determinar su progreso hacia la realización de sus metas específicas. La medición debe ser realizada, siempre, orientada a un objetivo. [13]

2.2 ISO/IEC 25000

ISO/IEC 25000 - SQuaRE, es una familia de normas que tiene como objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad de un producto de software.

La familia ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones, las cuales se ilustran en la Figura 1.

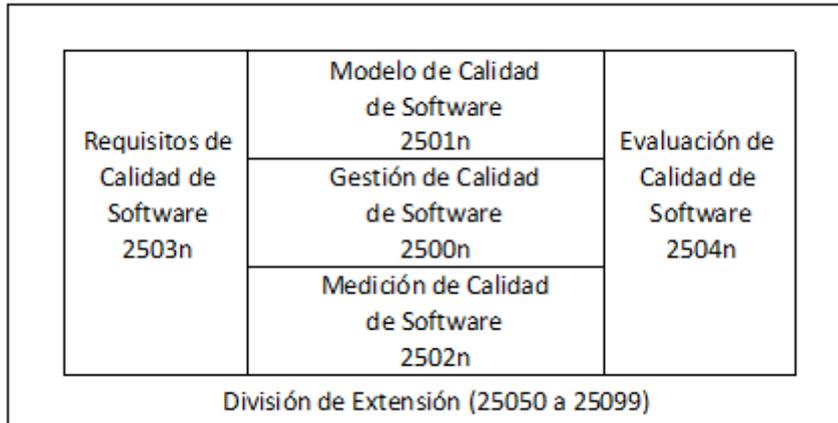


Figura 1 - División de la Familia ISO/IEC 25000

2.2.1 ISO/IEC 2500n - Gestión de Calidad de Software

ISO/IEC 2500n determina modelos, términos y definiciones comunes para todas las otras normas de la familia 25000, y está formada por:

- **ISO/IEC 25000** – Guía de SQuaRE: Define los modelos de arquitectura de software, incluyendo la terminología utilizada en toda la familia de normas, un resumen de las partes de la misma, los usuarios previstos y las partes asociadas, así como modelos de referencia.
- **ISO/IEC 25001** – Planificación y Gestión: Establece orientaciones y requisitos para gestionar la evaluación y especificación de requisitos del producto.

2.2.2 ISO/IEC 2501n - Modelo de Calidad de Software

A la hora de establecer la calidad de un producto de software, es importante definir un modelo que permita realizar una evaluación detallada con una secuencia definida, estructurando los puntos a analizar.

El conjunto de normas ISO 2501n presenta un modelo de calidad donde incluye las características de calidad interna, calidad externa y calidad en uso. Está formada por:

- **ISO/IEC 25010** – Modelos del sistema y calidad de software: Detalla el modelo de calidad tanto del producto como de la calidad en uso. Describe ocho características, las cuales están formadas por una o más subcaracterísticas,

destinadas a evaluar el producto de software. En la Tabla 1 se ilustra el conjunto de características y subcaracterísticas brindados por la norma:

Característica	Subcaracterística
Adecuación Funcional	Complejidad funcional
	Corrección funcional
	Pertinencia funcional
Eficiencia de desempeño	Capacidad
	Comportamiento temporal
	Utilización de recursos
Compatibilidad	Coexistencia
	Interoperabilidad
Usabilidad	Accesibilidad
	Aprendizaje
	Estética
	Inteligibilidad
	Operabilidad
	Protección frente a errores de usuario
Fiabilidad	Capacidad de recuperación
	Disponibilidad
	Madurez
	Tolerancia a fallos
Seguridad	Autenticidad
	Confidencialidad
	Integridad
	No repudio
	Responsabilidad
Mantenibilidad	Analizabilidad
	Capacidad de ser modificado
	Capacidad de ser probado
	Modularidad
	Reusabilidad
Portabilidad	Adaptabilidad
	Capacidad de ser reemplazado
	Facilidad de instalación

Tabla 1 - Características y Subcaracterísticas definidas en ISO/IEC 25010

Las características definidas en ISO/IEC 25010 se describen de la siguiente manera:

- **Adecuación funcional:** Hace referencia a la capacidad que tiene un producto de software para proveer las funciones que satisfacen los requerimientos declarados e implícitos, cuando el software se utiliza bajo determinadas condiciones.
- **Eficiencia de desempeño:** Representa el desempeño del producto relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones.
- **Compatibilidad:** Capacidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información y llevar a cabo funciones específicas bajo el mismo entorno de hardware y/o software.
- **Usabilidad:** Capacidad del producto para ser aprendido, atractivo, usado y entendido por el usuario bajo determinadas condiciones.
- **Fiabilidad:** Representa el desempeño de un sistema o componente a la hora de realizar funciones específicas bajo determinadas condiciones y periodos de tiempo determinados. Fiabilidad: Calidad/Tiempo
- **Seguridad:** Capacidad de proteger la información de manera tal que no puedan ser leídos o modificados cualquier persona o sistema no autorizados.
- **Mantenibilidad:** Representa el esfuerzo requerido para realizar modificaciones de forma efectiva y eficiente debido a necesidades.
- **Portabilidad:** Capacidad del producto de software de ser transferido eficientemente de un entorno hardware o software a otro.
- **ISO/IEC 25012 – Modelo de calidad de datos:** Específica un modelo general para la calidad de los datos, los cuales deben almacenarse de forma estructurada y formar parte de un Sistema de Información. La norma clasifica los datos considerando dos puntos de vista:
 1. **Inherente:** Capacidad de las características de los datos de tener el potencial intrínseco para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas. Este punto de

vista está relacionado con los aspectos del dominio gestionados por los expertos del negocio.

2. **Dependiente del sistema:** Capacidad del sistema informático de alcanzar y preservar la calidad de los datos cuando los datos se utilizan en determinadas condiciones. Este punto de vista suele ser responsabilidad de los técnicos del sistema.

2.2.3 ISO/IEC 2502n - Medición de Calidad de Software

El conjunto de normas ISO/IEC 2502n presenta un modelo de referencia para medir la calidad de un producto de software, en base a las definiciones de medidas de calidad (externa, interna y en uso) y su manera de aplicarlas. Se encuentra formada por:

- **ISO/IEC 25020** - Guía y modelo de referencia para la medición: Brinda un modelo de referencia común a los elementos de medición de la calidad. Además, proporciona una guía para que un usuario sea capaz de desarrollar o aplicar medidas propuestas por las normas ISO.
- **ISO/IEC 25021** - Elementos de medición de la calidad: Define y especifica un conjunto de métricas que pueden ser utilizadas durante el ciclo de vida del producto.
- **ISO/IEC 25022** - Medición de la calidad en uso: Especifica las métricas para realizar la medición de la calidad de uso de un producto.
- **ISO/IEC 25023** - Medición de la calidad del producto en sistemas de software: Define las métricas para realizar la medición de la calidad de productos de sistemas de software.
- **ISO/IEC 25024** - Medición de la calidad de los datos: Especifica las métricas para realizar la medición de la calidad de los datos.

2.2.4 ISO/IEC 2503n - Requisitos de Calidad de Software

Esta división se compone de la norma ISO/IEC 25030, la cual ayuda a especificar requisitos de calidad que pueden ser utilizados en la elicitación de requisitos de calidad del producto a desarrollar, o como entrada del proceso de evaluación.

- **ISO/IEC 25030** – Requisitos de calidad: Brinda recomendaciones para la especificación de requisitos de calidad del producto de software.

2.2.5 ISO/IEC 2504n - Evaluación de Calidad de Software

La división ISO/IEC 2504n incluye normas que proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para llevar a cabo el proceso de evaluación del producto de software. La misma se encuentra formada por:

- **ISO/IEC 25040** – Modelo de referencia, evaluación y guía: Define un modelo de referencia para la evaluación, considerando las entradas, restricciones y recursos necesarios para obtener las salidas correspondientes. El proceso para llevar a cabo la evaluación del producto de software consta de cinco actividades:

Actividad 1 - Establecer los requisitos de la evaluación. Esta actividad consiste en establecer los requisitos de la evaluación. Se compone de:

- **1.1: Establecer el propósito de la evaluación:** Tarea destinada a indicar el propósito por el cual la organización quiere evaluar la calidad de un producto de software.
- **1.2: Obtener los requisitos de calidad del producto:** Requiere identificar las partes interesadas en el producto (desarrolladores, posibles adquirentes, usuarios, proveedores, entre otros). Además, se describen los requisitos de calidad del producto utilizando un modelo de calidad.
- **1.3: Identificar las partes del producto que se deben evaluar:** Se deben identificar y documentar las partes del producto de software incluidas en la evaluación. Tener en cuenta que el tipo de producto a evaluar depende de la fase en el ciclo de vida en que se realiza la evaluación.
- **1.4: Definir el rigor de la evaluación:** Se busca definir el rigor de la evaluación basándose en el propósito y en el uso previsto del producto de software. Al hablar de riesgos se hace referencia a diferentes tipos, tales como riesgos para la seguridad, riesgos económicos o riesgos ambientales.

Actividad 2 - Especificar la evaluación. Dentro de esta actividad se especifican los módulos de evaluación (métricas, herramientas y técnicas), junto con los criterios de decisión a aplicar.

- **2.1: Seleccionar los módulos de evaluación:** El evaluador es encargado de seleccionar las métricas de calidad, técnicas y herramientas que cubran todos los requisitos de la evaluación. Dichas métricas deben poder compararse con los criterios definidos para poder tomar decisiones. Para esta tarea, se puede tener en cuenta la norma ISO/IEC 25020.
- **2.2: Definir los criterios de decisión para las métricas:** Tarea encargada de definir los criterios de decisión, los cuales son umbrales numéricos que se pueden relacionar con los requisitos de calidad y con los criterios de evaluación para decidir la calidad del producto.
- **2.3: Definir los criterios de decisión de la evaluación:** Se deben definir los criterios para las diferentes características evaluadas. Estos resultados, en un mayor nivel de abstracción, permiten realizar la valoración de la calidad del producto en forma general.

Actividad 3 - Diseñar la evaluación. En esta actividad se define el plan con las tareas que se deben realizar en la evaluación.

- **3.1: Planificar las actividades de la evaluación:** Requiere planificar las actividades de la evaluación, teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos humanos y materiales necesarios, el presupuesto, los métodos de evaluación y estándares adaptados, las herramientas de evaluación, entre otros.

Actividad 4: Ejecutar la evaluación. Actividad destinada a la ejecución de las actividades de la evaluación, obteniendo las métricas de calidad y aplicando los criterios de evaluación.

- **4.1: Realizar las mediciones:** Realizar las mediciones sobre el producto de software para obtener los valores de las métricas seleccionadas e indicadas en el plan de evaluación. Todos los resultados deben ser registrados.
- **4.2: Aplicar los criterios de decisión para las métricas:** Aplicar los criterios para las métricas sobre valores obtenidos en la medición de un producto.

- **4.3: Aplicar los criterios de decisión de la evaluación:** Aplicar los criterios de decisión de la evaluación, generando como resultado el grado en el que el producto cumple con los requisitos de calidad establecidos.

Actividad 5: Concluir la evaluación. En esta última actividad se culmina la evaluación de la calidad del producto de software, realizando un informe de resultados que será entregado al cliente y, junto con este, se revisan los resultados obtenidos.

- **5.1: Revisar los resultados de la evaluación:** El evaluador y el cliente (si existe) son los encargados de revisar los resultados obtenidos en la evaluación, con el objetivo de realizar una mejor interpretación y una mejor detección de errores.
 - **5.2: Crear el informe de evaluación:** Una vez analizados los resultados, se busca elaborar un informe de evaluación, indicando los requisitos, los resultados, las limitaciones y restricciones, el personal evaluador, entre otros.
 - **5.3: Revisar la calidad de la evaluación:** El evaluador se encarga de revisar los resultados de la evaluación y la validez del proceso, de los indicadores y de las métricas aplicadas. En base a esto se obtiene un feedback, el cual debe servir para mejorar el proceso de evaluación.
 - **5.4: Tratar los datos de la evaluación:** Al concluir la evaluación, el evaluador debe realizar el tratamiento de los datos según lo acordado con el cliente, ya sea devolviéndolos, modificándolos, guardándolos, etc.
- **ISO/IEC 25041** - Guía de evaluación para los desarrolladores, adquirentes y evaluadores: Describe los requisitos y recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación del producto de software desde el punto de vista de los desarrolladores, los adquirentes y los evaluadores.
 - **ISO/IEC 25042** – Módulos de evaluación: Define la documentación, estructura y contenido que se debe utilizar a la hora de definir un módulo de evaluación.
 - **ISO/IEC 25045** – Módulo de evaluación de recuperabilidad: Define un módulo para la evaluación de la subcaracterística “Recuperabilidad” perteneciente a la característica “Fiabilidad”.

2.3 GQM

2.3.1 Niveles de GQM

El modelo de medición GQM tiene tres niveles:

- **Nivel Conceptual (Goal/Objetivo):** identifican lo que se quiere lograr respecto a los productos, procesos o recursos, con respecto a varios modelos de calidad, desde varios puntos de vista y relativo a un entorno particular.
- **Nivel Operativo (Question/Pregunta):** se refina un conjunto de preguntas a partir del objetivo, con el propósito de verificar su cumplimiento. Las preguntas tratan de caracterizar el objeto de medición (producto, proceso o recurso) con respecto a una cuestión de calidad seleccionada y determinar su calidad desde el punto de vista seleccionado.
- **Nivel Cuantitativo (Metric/Métrica):** se asocia un conjunto de datos para cada pregunta formulando métricas, con el fin de proporcionar una respuesta de manera cuantitativa. Los datos pueden ser objetivos (si dependen únicamente del objeto que se está midiendo y no del punto de vista desde el que se captan) o subjetivos (si dependen tanto del objeto que se está midiendo como del punto de vista desde el que se captan).

Para cada objetivo, puede haber varias preguntas y la misma pregunta se puede ligar a múltiples objetivos. Para cada pregunta puede haber múltiples métricas. Una métrica puede ser aplicable a más de una pregunta. En la Figura 2 se muestra la correlación descripta. [14]

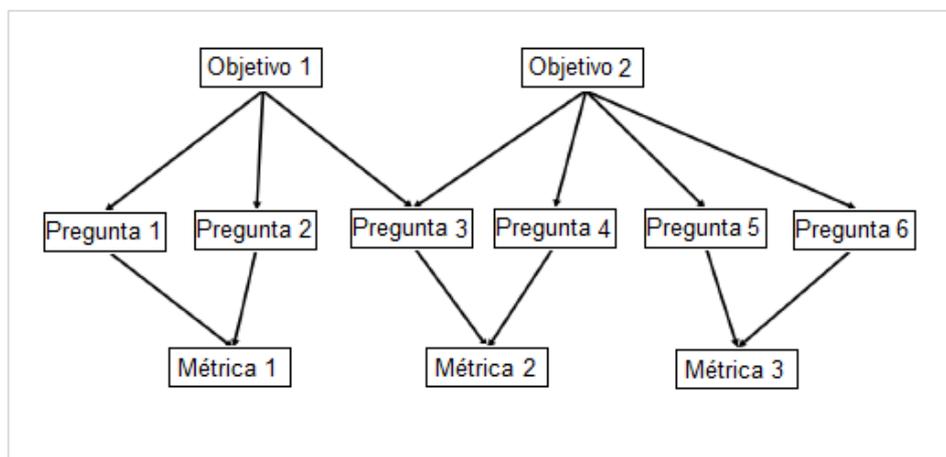


Figura 2 - Correlación GQM

2.3.2 Proceso - Pasos de GQM

Se puede describir GQM en términos de un proceso de seis pasos donde los tres primeros se basan en usar las metas de negocio para conducir a la identificación de las verdaderas métricas, y los últimos tres se basan en recopilar los datos medidos y usar eficazmente las métricas para mejorar la toma de decisiones.

Se desarrolla identificando un conjunto de objetivos de calidad y/o productividad, a nivel corporativo, de división o de proyecto (*1 - Establecer las metas*). A partir de esos objetivos y en base a modelos del objeto de medición, se elaboran preguntas que definen los objetivos de la manera más completa posible (*2 - Generación de preguntas*). El siguiente paso consiste en especificar las medidas que deben ser tomadas para responder a esas preguntas y para realizar un seguimiento de la conformidad de los productos y procesos con los objetivos (*3 - Especificación de medidas*). Una vez especificadas las medidas, es necesario desarrollar los mecanismos de recopilación de información (*4 - Preparar recolección de datos*), incluidos los mecanismos de validación (*5 - Recolectar, validar y analizar los datos para la toma de decisiones*) y análisis, para determinar el grado de conformidad y hacer las recomendaciones para mejoras futuras (*6 - Analizar los datos para el logro de los objetivos y el aprendizaje*).

Paso 1 - Establecer las metas

Se identifican los objetivos de negocio y de medida.

Los objetivos de negocio guían la identificación de objetivos de medida. Proviene de los responsables del alcance del software y del entorno del negocio en el que la iniciativa surgió.

Una vez que se definen los objetivos del negocio, se tienen las bases para identificar objetivos de medida. Los objetivos de medida son la salida del paso uno de GQM, conceptuales no cuantitativos.

Las metas son cuantificadas por su relación con las preguntas y métricas.

Paso 2 - Generación de preguntas

Se clasifica y refina el objetivo de las medidas moviéndose desde un nivel conceptual a uno operacional planteando preguntas.

Los objetos de medida conceptual son identificados relacionando la calidad del producto, proceso, recursos o el entorno.

Se identifican preguntas que deben ser hechas para capturar varias perspectivas para lograr el objetivo. Se proveen perspectivas del significado del objetivo en dicho entorno, haciendo preguntas y respondiendo con sus métricas.

Si las preguntas son muy abstractas la relación entre las preguntas y las métricas será difícil de visualizar. Si las preguntas son muy detalladas se vuelve más difícil obtener una clara interpretación del objetivo.

Se debe seguir este paso con el suficiente compromiso para asegurar el suficiente nivel de cuestionamiento para manejar la identificación de métricas adecuadas.

Paso 3 - Especificación de medidas

¿Cómo deben ser respondidas las preguntas? Se debe pasar de un nivel cualitativo (o nivel operacional) a un nivel cuantitativo.

Es necesario definir métricas que provean toda la información cuantitativa para responder las preguntas del paso dos de manera satisfactoria.

Los directamente vinculados con el objetivo, deben estar vinculados tanto en el paso de identificación de métricas como en el de identificación de preguntas

Paso 4 - Preparar recolección de datos

Una vez que las métricas son identificadas, se deben determinar los datos necesarios para las métricas y como serán recolectados.

Para proveer procedimientos detallados para la recolección de datos que soporten las métricas identificadas es necesario un plan de medidas. El plan debe definir y describir todas las formas, tipos de recolección de datos y herramientas automáticas que deben ser utilizadas.

Es importante entrenar a los individuos involucrados en la recolección de datos para asegurar que entiendan por qué los datos son necesarios, cómo van a ser utilizados y cómo sus acciones contribuyen a la validación total del proceso de recolección.

Paso 5 - Recolectar, validar y analizar los datos para la toma de decisiones

Los datos deben ser validados antes de ser usados para análisis. La automatización puede asistir, pero no puede reemplazar todas las formas de recolección de datos y validación.

La validación de los datos consiste en el chequeo de completitud, correctitud y consistencia de los mismos. Es necesario reforzar el propósito y el valor de la recolección de datos para promover una mejor calidad de los mismos. Una vez validados, es importante almacenarlos de manera tal que puedan ser accedidos para analizarlos y generar reportes.

El análisis consiste en organizar los datos y preparar las métricas para ser presentadas a los stakeholders.

El plan de análisis detalla cómo los datos deben ser organizados, cómo deben ser presentados y a quién. Es un paso iterativo integrado con un proyecto.

Paso 6 - Analizar los datos para el logro de los objetivos y el aprendizaje

El último paso del proceso de GQM es observar los resultados de las medidas de modo post-mortem para evaluar los objetivos logrados y determinar las lecciones aprendidas para ser utilizadas en futuros proyectos.

Cuando GQM es implementado como soporte para una organización de proceso de mejora continua, las experiencias y lecciones aprendidas son almacenadas en forma de políticas, procedimientos y mejoras prácticas para el futuro.

2.3.3 Implementación de GQM

Describir GQM como un proceso de seis pasos, tiende a convertir a este en un proceso secuencial estricto, pero ese no es el caso de cómo es actualmente implementado.

Varios autores sostienen que la implementación de GQM debe verse en términos de fases que están integradas con la planificación y gestión del proyecto (Figura 3).

El foco de las fases está en la planificación e implementación de los detalles necesarios para hacer GQM una realidad dentro de una organización. [15]

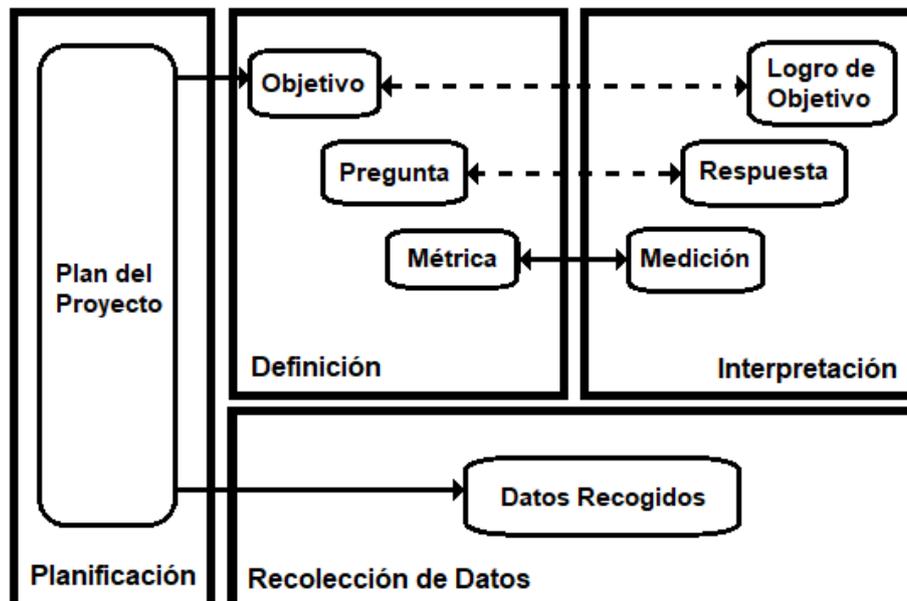


Figura 3 - GQM en términos de fases

Inicialmente se selecciona, define, caracteriza y planifica un proyecto para la aplicación de la medición, obteniéndose como resultado un plan de proyecto (*Planificación*). Luego se define y documenta el programa de medición, es decir los objetivos, preguntas y métricas (*Definición*). Por último se recogen los datos reales de la medición (*Recolección de datos*) y se procesan los datos recopilados para obtener respuestas a las preguntas definidas, a partir de las cuales se puede evaluar el logro de los objetivos planteados (*Interpretación*).

Fase de Planificación

Supervisa la implementación de GQM dentro del contexto del proyecto. No precede a otras fases, interactúa con ellas. La principal tarea de esta fase es la recolección de toda la información necesaria para un inicio satisfactorio.

Establece cómo la fase de Definición debe ser implementada y cómo debe comportarse. Luego de que esta ocurre, la fase de Planificación usa sus salidas para planificar los mecanismos de la recolección de datos e interpretación, obteniendo documentación que sirve de guía a otras fases.

El plan del proyecto contiene documentos de procedimientos, planificaciones y objetivos del programa de medidas e información básica para la promoción y aceptación por parte de la dirección, la cual debe estar disponible para dar por completa esta fase.

Fase de Definición

La tarea principal de esta fase es la definición formal de las medidas, incluyendo la definición de las preguntas e hipótesis, revisiones y chequeos, y producir los planes GQM de medición y análisis.

Pone foco en usar el método GQM para obtener como resultado las métricas significativas.

Se basa en analizar el objeto en el que se centra la medición con el propósito de entenderlo, controlarlo o mejorarlo con respecto al enfoque de calidad, desde el punto de vista de las personas que lo miden en el entorno donde se lo mide.

Fase de Recolección de Datos

Se trata de la ejecución de las actividades de recopilación definidas por el plan de medición, para obtener los datos necesarios para las métricas definidas.

Se debe llegar a un acuerdo con el equipo de proyecto para el comienzo de la recolección de datos de la medición y se instruye a los miembros en los procedimientos, herramientas

y formularios. Los formularios se rellenan y entregan de forma frecuente y son almacenados en la base de las métricas.

Fase de Interpretación

Se preparan los datos de las medidas de forma que se facilite el análisis e interpretación de los resultados para obtener respuestas a las preguntas definidas, a partir de las cuales se puede evaluar el logro del objetivo planteado.

Se escribe un informe en el que se incluyen todas las observaciones, interpretaciones, conclusiones y puntos de acción relevantes formulados. El logro de los objetivos es esencial para el éxito del programa de medición.

2.4 Conclusión

La familia ISO/IEC 25000 - SQuaRE (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*) propone un conjunto de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad de un producto de software. Aplicar dicha familia de normas posee una serie de beneficios, entre ellos, ayudar a las organizaciones a ser más eficientes y asegurar que el producto final sea de alta calidad, haciéndolo más confiable. Dentro de la familia SQuaRE se encuentran las normas ISO/IEC 25010 (*System and Software Quality Models*), ISO/IEC 25040 (*Evaluation Process*) y ISO/IEC 25023: (*Measurement of system and software product quality*), que proponen un proceso de evaluación con un modelo de calidad de producto basado en determinadas características del software, aplicando un conjunto de métricas estrictamente definidas.

GQM (*Goal, Question, Metric*) es un método orientado a lograr una métrica que mida cierto objetivo de una manera determinada a través de la utilización de preguntas. Proporciona una manera útil para definir mediciones tanto del proceso como de los resultados de un proyecto. Las preguntas ayudan a medir si se está alcanzando en forma exitosa la meta definida.

La aplicación de las métricas propuestas por la ISO/IEC 25023 resulta compleja por personas con poca experiencia en el área de calidad. Por este motivo, se propone utilizar el enfoque GQM para realizar las mediciones, mediante un conjunto de preguntas sencillas, obteniendo una aproximación de las evaluaciones de calidad de los productos de software.

CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE PRODUCTO DE SOFTWARE CON GQM

3.1 Introducción

Medir la calidad de un producto de software es una actividad esencial en cualquier organización. En la década del 90, un conjunto de organizaciones destacadas reconocieron que cada año se desperdiciaban millones de dólares en software que no tenía las características y/o funcionalidades esperadas.

Por este motivo, es fundamental contar con mecanismos que garanticen la calidad de sus productos. El desarrollo de software con niveles aceptables de calidad se presenta como una necesidad que, cada vez más, debe ser tenida en cuenta tanto por las empresas desarrolladoras de productos de software como por los clientes/usuarios.

El uso de normas y estándares para lograr mayor competitividad es cada vez más habitual en las organizaciones desarrolladoras de software. [16] [17]

ISO/IEC 25000 es una familia de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto de software. Dentro de esta familia, se encuentra la norma ISO/IEC 25040, la cual define un proceso de evaluación muy completo, compuesto por cinco actividades que determinan las tareas a realizar para poder evaluar la calidad del producto software: *Establecer los requisitos, Especificar la evaluación, Diseñar la evaluación, Ejecutar la evaluación y Concluir la evaluación*. En esta última etapa, se produce un informe de evaluación que muestra el nivel de calidad alcanzado por el producto y los aspectos de software que pueden requerir la mejora.

El proceso de evaluación definido en dicha norma resulta complejo. Personas con poca experiencia en el área de calidad deben llevar a cabo una evaluación de producto sin contar con los conocimientos necesarios. Asimismo, la elaboración del informe de forma manual resulta una tarea tediosa para cualquier usuario.

Uno de los pasos más complejos de la evaluación es la medición. La medición es un elemento clave en cualquier proceso de ingeniería. Particularmente en SQuaRE, las medidas se emplean para comprender mejor las características de los productos de software y evaluar la calidad de los mismos. La norma ISO/IEC 25040 propone el uso de la norma ISO/IEC 25023 "*Measurement of system and software product quality*" que presenta las métricas a utilizar en el proceso de evaluación del producto, y posee una

amplia variedad de técnicas de medición y en algunos casos, resulta complejo obtener y/o calcular la información requerida sobre el producto de software [18]. Bajo este contexto, surge la necesidad de brindar una alternativa con el fin de facilitar el proceso de medición.

Analizado el enfoque GQM, posee un conjunto de características que permiten proponerlo como una alternativa posible de aplicar para medir las características de un producto de software. Dicho enfoque se emplea para generar un conjunto de métricas que aproximen al usuario al contexto de los requisitos del modelo de calidad, basándose en un conjunto de preguntas. La herramienta brindará al usuario la posibilidad de responder un conjunto de preguntas con SI/NO para realizar la medición.

3.2 Métricas de Calidad y GQM en el proceso de evaluación

Tomando como base el proceso de evaluación de la norma ISO/IEC 25040, con el fin de definir un proceso alternativo para llevar a cabo la evaluación que integre el enfoque GQM, se adaptaron los pasos de la evaluación de la siguiente manera:

- **Establecer los requisitos de la evaluación:** Definir el propósito de la evaluación, indicando el motivo por el cual la organización quiere evaluar la calidad de su producto software. Especificar las características de la norma ISO/IEC 25010 que se desean evaluar. Establecer la fase en la que se encuentra el proyecto y el rigor de la evaluación, basándose en aspectos económicos, ambientales y de seguridad.
- **Especificar la evaluación:** Seleccionar las subcaracterísticas a evaluar. Definir los criterios de decisión para dichas subcaracterísticas y finalmente definir los criterios de decisión para las características a las cuales pertenecen las subcaracterísticas evaluadas.
- **Diseñar la evaluación:** Planificar las actividades de la evaluación teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos que puedan ser necesarios, el presupuesto, los métodos de evaluación y estándares adaptados, las herramientas de evaluación, etc.

- **Ejecutar la evaluación (*integración con GQM*):** Responder el conjunto de preguntas correspondientes a las métricas seleccionadas. Se obtendrá un registro, en el cual se especifican los valores obtenidos para cada una de ellas.
- **Concluir la evaluación:** Generar un informe de calidad de producto, obteniendo un feedback de los resultados de haber aplicado la evaluación.

En la Figura 4, se representa la etapa en la cual se realiza la integración con el enfoque GQM:

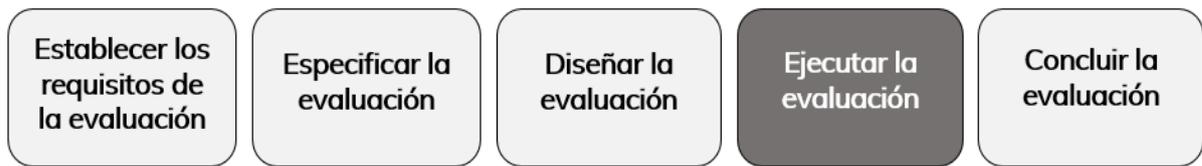


Figura 4 - Integración de ISO/IEC 25040 con GQM

3.2.1 Características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010

En primer lugar se deben "*Establecer los requisitos de la evaluación*" y "*Especificar la evaluación*". Esto consiste en seleccionar las características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010 que se desean evaluar. El propósito de la evaluación estará ligado a las características seleccionadas. El modelo presenta las siguientes características y subcaracterísticas:

- **Adecuación Funcional**
 - **Completitud funcional.** Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
 - **Corrección funcional.** Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.
 - **Pertinencia funcional.** Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.
- **Eficiencia de desempeño**
 - **Capacidad.** Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

- **Comportamiento temporal.** Los tiempos de respuesta y procesamiento y los ratios de throughput de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas establecido.
- **Utilización de recursos.** Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.
- **Compatibilidad**
 - **Coexistencia.** Capacidad del producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.
 - **Interoperabilidad.** Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.
- **Usabilidad**
 - **Accesibilidad.** Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.
 - **Aprendizaje.** Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
 - **Estética.** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
 - **Inteligibilidad.** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
 - **Operabilidad.** Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
 - **Protección frente a errores de usuario.** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- **Fiabilidad**
 - **Capacidad de recuperación.** Capacidad del producto software para recuperar los datos directamente afectados y restablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.
 - **Disponibilidad.** Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere.
 - **Madurez.** Capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.
 - **Tolerancia a fallos.** Capacidad del sistema o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software.

- **Seguridad**
 - **Autenticidad.** Capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.
 - **Confidencialidad.** Capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.
 - **Integridad.** Capacidad del sistema o componente para prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador.
 - **No repudio.** Capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente.
 - **Responsabilidad.** Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.

- **Mantenibilidad**
 - **Analizabilidad.** Facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar.
 - **Capacidad de ser modificado.** Capacidad del producto que permite que sea modificado de forma efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño.
 - **Capacidad de ser probado.** Facilidad con la que se pueden establecer criterios de prueba para un sistema o componente y con la que se pueden llevar a cabo las pruebas para determinar si se cumplen dichos criterios.
 - **Modularidad.** Capacidad de un sistema o programa de ordenador (compuesto de componentes discretos) que permite que un cambio en un componente tenga un impacto mínimo en los demás.
 - **Reusabilidad.** Capacidad de un activo que permite que sea utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos.

- **Portabilidad**
 - **Adaptabilidad.** Capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.

- **Capacidad de ser reemplazado.** Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.
- **Facilidad de instalación.** Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.

3.2.2 Métricas de la norma ISO/IEC 25023

La norma ISO/IEC 25023 presenta un conjunto de métricas para evaluar cuantitativamente la calidad de un producto en cuanto a las características y subcaracterísticas definidas anteriormente.

La mayoría de las métricas que define la norma basan sus mediciones en proporciones determinadas por un total y un obtenido, de manera tal que el resultado de aplicar la métrica corresponda al porcentaje cumplido para la misma. Esta información es difícil de obtener para un usuario e incluso, en algunos casos, se requiere de equipamiento o software especializado para la obtención de dichos datos.

La Figura 5 ilustra las métricas brindadas por la norma para medir la Confidencialidad de un producto de software, perteneciente a la característica Seguridad definida en ISO/IEC 25010.

Table 19 — Confidentiality measures

ID	Name	Description	Measurement function
SCo-1-G	Access controllability	What proportion of confidential data items are protected from unauthorized accesses?	$X = 1 - A/B$ A = Number of confidential data items that can be accessed without authorization B = Number of data items that require access control
SCo-2-G	Data encryption correctness	How correctly is the encryption/decryption of data items implemented as stated in the requirement specification?	$X = A/B$ A = Number of data items encrypted/decrypted correctly B = Number of data items that require encryption/decryption
NOTE For the details of related data quality, refer to Cnf-1-1 in ISO/IEC 25024.			
SCo-3-S	Strength of cryptographic algorithms	What proportion of cryptographic algorithms has been well-vetted?	$X = 1 - A/B$ A = Number of cryptographic algorithms broken or unacceptably risky in use B = Number of cryptographic algorithms used
NOTE 1 It is important to select a well-vetted algorithm that is currently considered to be strong by experts in the field and to select well-tested implementations. As with some cryptographic mechanisms, the source code has to be available for analysis. For example, US government systems require FIPS 140-2 certification.			
NOTE 2 There are other ways of measuring the strength of cryptographic algorithms, for example, using ethical hacking.			

Figura 5 - Métrica de Confidencialidad (Extraída de la Norma ISO/IEC 25023)

El enfoque GQM surge como una alternativa que facilita al usuario obtener una perspectiva de los valores de las métricas de una forma más sencilla.

3.3 Evaluación con GQM

La propuesta para aplicar GQM consiste en establecer como objetivo de negocio la medición de las subcaracterísticas definidas en la norma ISO/IEC 25010. Se determina que cada subcaracterística tendrá asignada una métrica, y para cada una de ellas se identifica un objetivo propio (objetivo de medida).

Una vez establecidos los objetivos, se genera un conjunto de preguntas para satisfacerlos. Dichas preguntas son simples de responder y pueden tomar dos valores: "SI" o "NO". Las respuestas son combinadas de forma lógica, generando los denominados Criterios de Evaluación (CE), los cuales tienen asociados un puntaje que será un indicador al momento de definir las métricas.

Para cada una de las métricas definidas, es necesario establecer un nombre, un propósito, un método de aplicación junto con sus valores de entrada y la fórmula a aplicar. Los valores de entrada están directamente relacionados con los puntajes obtenidos en los CE, en base a las preguntas respondidas. [19]

3.3.1 Aplicación de GQM para generar una métrica a la subcaracterística de Confidencialidad (Seguridad)

3.3.1.1 Metas

Se establece como objetivo de negocio la medición de la *Confidencialidad* del producto (perteneciente a la característica Seguridad).

El objetivo de medida hace referencia a cuán eficiente es el sistema a la hora de proteger el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.

3.3.1.2 Generación de preguntas

En función del objetivo descrito anteriormente, se define un conjunto de preguntas para satisfacer el mismo. La Tabla 2 presenta un ejemplo de las preguntas a responder para la subcaracterística *Confidencialidad*. En el Anexo I, se presentan las preguntas que fueron definidas a lo largo del proyecto.

ID	PREGUNTA
P1	¿Se requiere que la contraseña posea al menos 8 caracteres?
P2	¿Se requiere que la contraseña posea letras mayúsculas y minúsculas?
P3	¿Se requiere que la contraseña posea números y letras?
P4	¿Se requiere que la contraseña posea caracteres especiales?
P5	¿El sistema utiliza conexión segura mediante HTTPS?
P6	¿La base de datos posee los datos encriptados?
P7	¿El sistema permite acceder a funcionalidades en las cuales no se tiene permiso?
P8	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso a la base de datos?
P9	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso al código del servidor de la aplicación?
P10	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor físico?
P11	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor remoto?
P12	¿El sistema posee redireccionamientos hacia sitios no seguros?

Tabla 2 - Preguntas definidas para la subcaracterística Confidencialidad

3.3.1.3 Criterios de Evaluación

Las preguntas definidas deben ser respondidas con SI o NO. Las respuestas se combinan de forma lógica, generando los Criterios de Evaluación que las transformarán en valores cuantitativos. La Tabla 3 presenta un conjunto de CE relacionados con la subcaracterística Confidencialidad. En el Anexo II, se presentan los CE que fueron definidos a lo largo del proyecto.

ID	Nombre	Descripción	Fórmula	Ptos
C-1	Conexiones seguras	Una conexión se considera segura si se utiliza HTTPS y si no se tienen redireccionamientos hacia sitios no seguros	$P5 \ \& \ \neg P12 = V$	1
C-2	Control de acceso	Se debe controlar que no se permita acceder a funcionalidades sin autorización, tampoco a la base de datos, al código de la aplicación ni a los servidores, físico ni remoto	$si \ P7 \ \ P8 \ \ P9 \ \ P10 \ \ P11 = F$	1
C-3	Encriptación de datos	Los datos de la base de datos deben estar encriptados	$P6 = V$	1
C-4	Contraseña de bajo nivel	La contraseña se considera de bajo nivel si posee menos de 8 caracteres, no posee letras mayúsculas y minúsculas, no posee letras y números y no posee caracteres especiales	$P1 \ \ P2 \ \ P3 \ \ P4 = F$	0
	Contraseña de medio nivel	La contraseña se considera de medio nivel si posee al menos 8 caracteres o letras mayúsculas y minúsculas o letras y números o	$P1 \ \ P2 \ \ P3 \ \ P4 = V$	0.5
	Contraseña de alto nivel	La contraseña se considera de alto nivel si posee al menos 8 caracteres, letras mayúsculas y minúsculas, letras y números y caracteres especiales	$P1 \ \& \ P2 \ \& \ P3 \ \& \ P4 = V$	1

Tabla 3 - Criterios de evaluación definidos para la subcaracterística *Confidencialidad*

3.3.1.4 Definición de las métricas

Los CE son agrupados y combinados para definir una métrica. Con esta propuesta la métrica para la subcaracterística *Confidencialidad* se define como se muestra en la Figura 6. En el Anexo III se presentan las métricas que fueron definidas a lo largo del proyecto.

Confidencialidad.

Métrica: *Confidencialidad*

Propósito: *¿Cuán eficiente es el sistema a la hora de proteger el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente?*

Método de aplicación: *Contestar las preguntas de los CE correspondientes a la subcaracterística "Confidencialidad" y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los CE referenciados que cumplan con la meta esperada. "Puntaje total" hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.*

Entradas: *A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.*

Fórmula: $X = A/B$

Figura 6 - Métrica definida para la subcaracterística *Confidencialidad*

3.4 Conclusión

ISO/IEC 25040 define un proceso de evaluación muy completo, compuesto por cinco actividades: *Establecer los requisitos, Especificar la evaluación, Diseñar la evaluación, Ejecutar la evaluación y Concluir la evaluación.*

La *ejecución de la evaluación* es uno de los pasos más complejos del proceso, ya que es donde se realizan las mediciones. Para facilitar esta etapa del proceso, se propone un modelo de evaluación aplicable a las características y subcaracterísticas (del modelo ISO/IEC 25010) que se basa en el enfoque GQM, partiendo de un objetivo específico y generando preguntas relacionadas con dicho objetivo. Las respuestas a estas preguntas se combinan para obtener la métrica en cuestión. En base a lo propuesto, se crearon preguntas para cada subcaracterística y se generó un conjunto de reglas para evaluar las respuestas a esas preguntas. Luego, las respuestas fueron combinadas para generar las métricas correspondientes a cada subcaracterística y, por lo tanto, para la característica completa.

CAPÍTULO 4 – SEP

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PRODUCTO

4.1 Introducción

Realizar el proceso de evaluación de un producto de software no es una tarea sencilla, principalmente para personas no especializadas en el área de calidad. Requiere un estudio exhaustivo de las normas, un análisis del método de evaluación, de la aplicación de las métricas junto con el plan de actividades y, fundamentalmente, la realización de un informe final completo y debidamente detallado. Dicho informe debe contener toda la información utilizada en la evaluación, incluyendo desde la especificación de los datos a utilizar previos a la realización de la misma, hasta los resultados obtenidos junto con las conclusiones finales.

Por este motivo, surgió la necesidad de desarrollar una herramienta que guíe al usuario en el proceso de evaluación de producto de software. La herramienta contiene los requisitos necesarios para llevar a cabo una evaluación guiada por la familia de normas ISO/IEC 25000 (SQuaRE). Cabe destacar que con dicha herramienta no se realiza una certificación de un producto, sino que simplemente brinda un conjunto de buenas prácticas al usuario para llevar a cabo una evaluación bajo la familia de normas mencionada.

El nombre asignado a la herramienta es **SEP - Sistema de Evaluación de Producto**. En las secciones posteriores se presentan los requerimientos analizados sobre la familia de normas ISO/IEC 25000 y GQM, junto con una descripción de las principales funcionalidades. En el apartado 4.2.2 se presenta la utilización de SEP, y a continuación se detallan los componentes correspondientes a la arquitectura y las herramientas utilizadas para su implementación.

4.2 Presentación de SEP

SEP es un sistema web compuesto por un conjunto de pasos que permiten llevar a cabo una evaluación de producto guiada por la familia de normas ISO/IEC 25000. Dichos pasos se representan en el sistema como secciones, las cuales se componen de un conjunto de subítems a completar.

El objetivo de SEP es brindar la posibilidad de evaluar la calidad de un producto de software a un usuario sin experiencia en la familia de normas SQuaRE. El usuario tendrá la posibilidad de medir diferentes características de su producto, obteniendo un resultado para cada una de ellas. Si el resultado de las mediciones es satisfactorio o no dependerá de las expectativas indicadas por el usuario y del propósito de la evaluación. Al finalizar la evaluación, el usuario recibirá un informe con toda la información definida y obtenida en la realización.

4.2.1 Funcionalidades

SEP posee un conjunto de funcionalidades destinadas a satisfacer el objetivo planteado. En primer lugar, permite a las personas registrarse para poder gestionar las evaluaciones de sus productos. Una vez que el usuario se encuentra registrado y logueado, tiene la posibilidad de comenzar nuevas evaluaciones, ver y/o modificar sus evaluaciones anteriores y generar el informe en base a los datos establecidos.

La herramienta brinda la posibilidad de completar cada uno de los subítems de la evaluación de una forma simple, con ayuda de una interfaz intuitiva y simple de utilizar por cualquier usuario.

A continuación, se explicarán en detalle las funcionalidades mencionadas, junto con la puesta en práctica en el sistema.

4.2.1.1 Registro

Una persona interesada en crear y/o gestionar sus evaluaciones deberá previamente ingresar un conjunto de datos obligatorios solicitados por el sistema, tales como nombre y apellido, correo electrónico y contraseña (estos últimos se utilizarán para futuros ingresos al sistema). En el caso que los datos ingresados sean correctos y el correo electrónico no esté registrado previamente, el sistema informará con un mensaje de éxito. Caso contrario, informará el problema en cuestión.

4.2.1.2 Inicio de sesión

Una persona que se encuentra registrada en el sistema, tendrá la obligación de iniciar su sesión para poder acceder al resto de las funcionalidades. Para ello, deberá utilizar el correo electrónico y contraseña definidas en el registro.

4.2.1.3 Nueva evaluación

SEP posee un grupo de secciones las cuales están compuestas por uno o más subítems. Un usuario interesado en comenzar una nueva evaluación deberá completar cada subítem con la información solicitada por el sistema para cada uno de ellos. A modo de facilitar el ingreso de los datos SEP posee textos de ayuda que guiarán al usuario sobre la información a completar, como así también se irán habilitando/deshabilitando secciones una vez que la información ya fue completa o que aún no se ingresaron datos, correspondientemente. SEP presenta cinco secciones, las cuales se describen a continuación:

1. Establecer los requisitos de la evaluación.

- **Propósito de la evaluación:** Se especifica el propósito por el cual la organización quiere evaluar la calidad de su producto de software (asegurar la calidad del producto, decidir si se acepta un producto, determinar la viabilidad del proyecto en desarrollo, comparar la calidad del producto con productos de la competencia, etc).
- **Características a evaluar:** Se deben seleccionar la/s característica/s de la norma ISO/IEC 25010 que se desean evaluar.
- **Fase en la que se encuentra el producto:** Debe indicarse la fase en la que se encuentra el producto de software en el momento de la evaluación.
- **Rigor de la evaluación:** Se debe especificar el rigor de la evaluación en función del propósito y el uso previsto del producto de software, basándose en aspectos como el riesgo para la seguridad, el riesgo económico y el riesgo ambiental. En función del rigor se podrá establecer qué técnicas se aplican y qué resultados se esperan de la evaluación.

2. Especificar la evaluación

- **Subcaracterísticas a evaluar:** Se deben seleccionar las subcaracterísticas sobre las cuales se desea realizar la medición. En base a los resultados obtenidos y a los criterios establecidos, se podrán realizar comparaciones que permitan tomar decisiones futuras.
- **Criterios de decisión de las subcaracterísticas:** Se definen los criterios de decisión para las subcaracterísticas seleccionadas. Dichos criterios son umbrales numéricos que se pueden relacionar con los requisitos de calidad.
- **Criterios de decisión de las características:** Se definen criterios para las diferentes características evaluadas, a partir de las subcaracterísticas. Estos resultados a

mayor nivel de abstracción permiten realizar la valoración de la calidad del producto de software por cada característica.

3. Diseñar la evaluación

- **Actividades de la evaluación:** Se deben planificar las actividades de la evaluación, teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos (tanto humanos como materiales) que puedan ser necesarios. Además, se debe considerar el presupuesto, los métodos de evaluación y estándares adaptados, las herramientas de evaluación, etc. El plan de evaluación se revisará y actualizará proporcionando información adicional según sea necesario durante el proceso de evaluación.

4. Ejecutar la evaluación

- **Medición:** Se deben realizar las mediciones sobre el producto de software, respondiendo a un conjunto de preguntas con SI/NO para obtener los valores de las subcaracterísticas seleccionadas e indicadas en el plan de evaluación. Todos los resultados obtenidos son debidamente registrados.

5. Concluir la evaluación

- **Informe de evaluación:** SEP elabora el informe de evaluación con los requisitos de la evaluación, los resultados, las limitaciones y restricciones, etc.
- **Feedback de la evaluación:** El usuario podrá generar un feedback de la evaluación realizada en función de los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación.
- **Tratamiento de datos:** Una vez finalizada la evaluación, el usuario puede archivarla. A partir de ese momento, el contenido de la evaluación no podrá ser modificado y sólo se tendrá acceso al informe ya generado.

4.2.1.4 Ver/Modificar evaluaciones

SEP permite al usuario la posibilidad de acceder a los datos de sus evaluaciones pendientes o finalizadas y de modificar su contenido. Si la evaluación se encuentra archivada, no es posible la modificación de datos. Al tener acceso a evaluaciones que fueron comenzadas anteriormente, el usuario no necesariamente tiene que completar todos los datos de la evaluación cuando la inicia.

4.2.2 Utilización de SEP

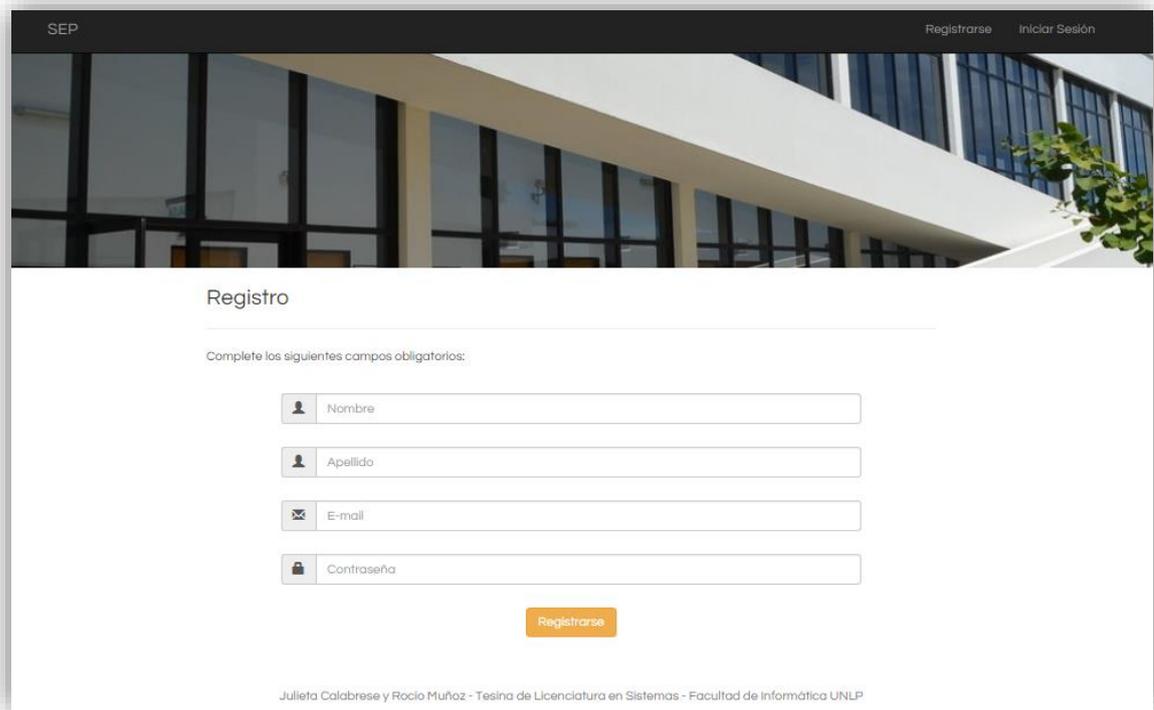
4.2.2.1 Registro

Al ingresar al sistema, la primera pantalla que se visualiza es la que se observa en la Figura 7.



Figura 7 - Pantalla principal SEP

Una persona que ingresa al sitio tiene la posibilidad de registrarse, ingresando los datos obligatorios solicitados por el sistema. Para acceder a esta funcionalidad, se debe hacer clic en la opción "Registrarse" en la parte derecha de la barra superior. Se obtendrá como respuesta una pantalla como la de la Figura 8.



SEP Registrarse Iniciar Sesión

Registro

Complete los siguientes campos obligatorios:

Nombre

Apellido

E-mail

Contraseña

Registrarse

Julieta Calabrese y Rocío Muñoz - Tesina de Licenciatura en Sistemas - Facultad de Informática UNLP

Figura 8 - Registro de usuario en SEP

Una vez ingresados los datos, se deberá hacer clic en el botón “Registrarse” el cual conduce, en el caso que el registro haya sido exitoso, a la pantalla de Inicio de Sesión. Caso contrario, se le volverán a solicitar los datos a la persona informando el error ocurrido.

4.2.2.2 Inicio de sesión

Si una persona ya se encuentra registrada al momento de ingresar al sitio, deberá simplemente hacer clic en la opción “Iniciar sesión” en la parte derecha de la barra superior. El usuario obtendrá como respuesta una pantalla como la que se muestra en la Figura 9.

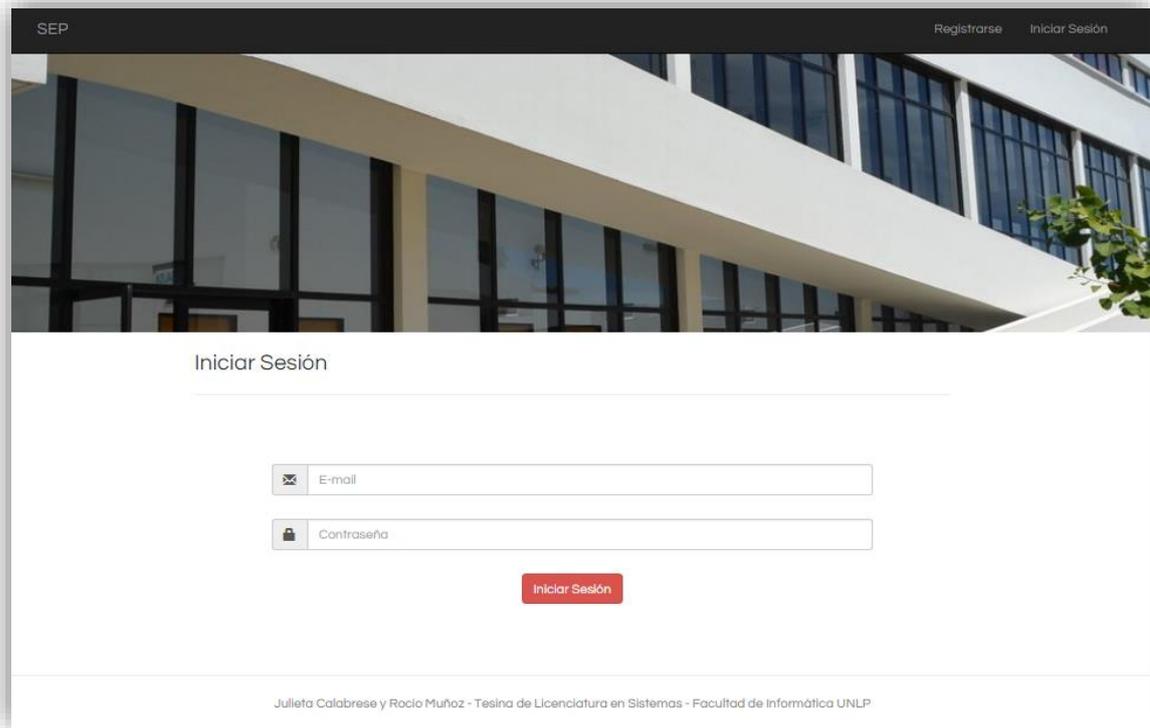


Figura 9 - Inicio de sesión en SEP

La persona debe ingresar el correo electrónico y la contraseña que utilizó a la hora de registrarse y acceder mediante el botón "Iniciar sesión".

Una vez validados los datos e iniciada la sesión, el sistema muestra al usuario un listado de sus evaluaciones y brinda la posibilidad de crear una nueva o ver/modificar las evaluaciones existentes. La Figura 10 ilustra esta situación.

Número	Producto	Estado	Ver
4	Administración de empresa farmacéutica	Pendiente	Ver
3	Aprendiendo inglés	Finalizada	Ver
2	Sistema contable	Pendiente	Ver
1	Entorno virtual	Archivada	Ver informe

Crear evaluación

Julietta Calabrese y Rocio Muñoz - Tesina de Licenciatura en Sistemas - Facultad de Informática UNLP

Figura 10 - Evaluaciones del usuario en SEP

El listado muestra las evaluaciones en diferentes colores para identificarlas base al estado en el que se encuentren:

- **Evaluación pendiente:** La evaluación posee ítems sin completar y aún no se generó el informe. Se muestra en color amarillo.
- **Evaluación finalizada:** La evaluación posee todos los ítems completos. Brinda la posibilidad de ingresar un feedback de los datos (en el caso que lo hubiese). Se muestra en color verde.
- **Evaluación archivada:** El usuario decidió archivar la evaluación, de manera tal que la misma sólo permite la visualización del informe generado. No es posible modificar ni agregar datos. Se muestra en color rojo.

4.2.2.3 Ver evaluación

Para ver los datos de una evaluación pendiente o finalizada, el usuario debe hacer clic en la opción "Ver" situada en el lado derecho de la evaluación en cuestión (Figura 10). El sistema pedirá una confirmación de apertura de la evaluación seleccionada, como se muestra en la Figura 11.

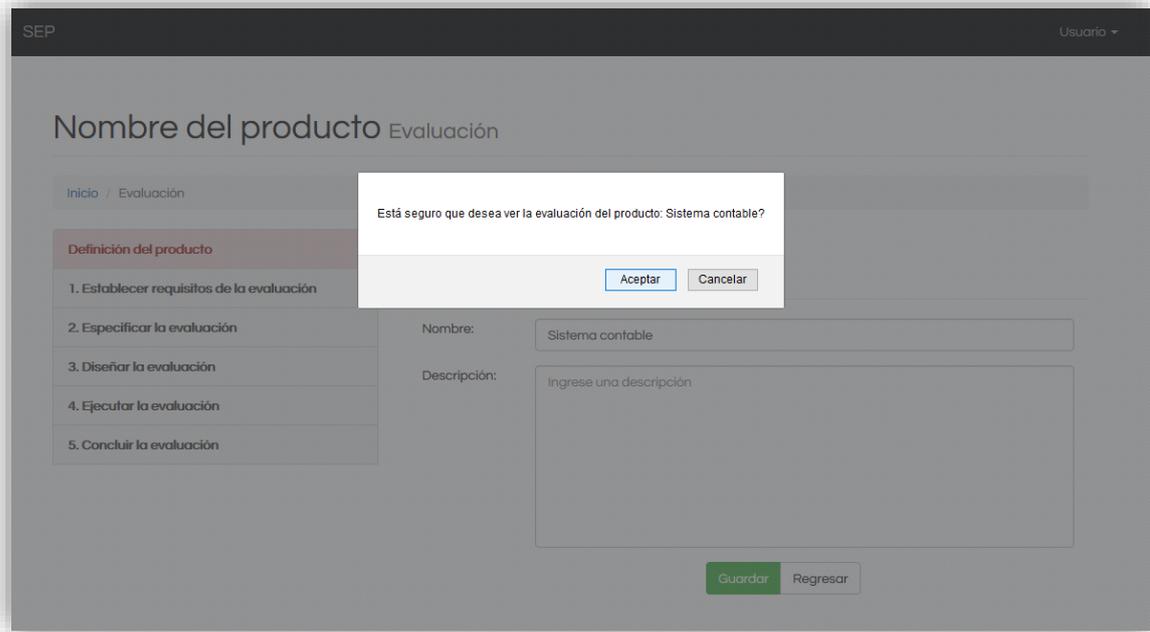


Figura 11 - Solicitud de confirmación de apertura de evaluación en SEP.

En caso de cancelar la confirmación, el sistema volverá a mostrar la pantalla de “Mis evaluaciones” (Figura 10). Por el contrario, si la confirmación es aceptada, se mostrará la evaluación con los datos cargados previamente como se puede observar en la Figura 12 y el usuario tendrá la posibilidad de modificar los mismos.

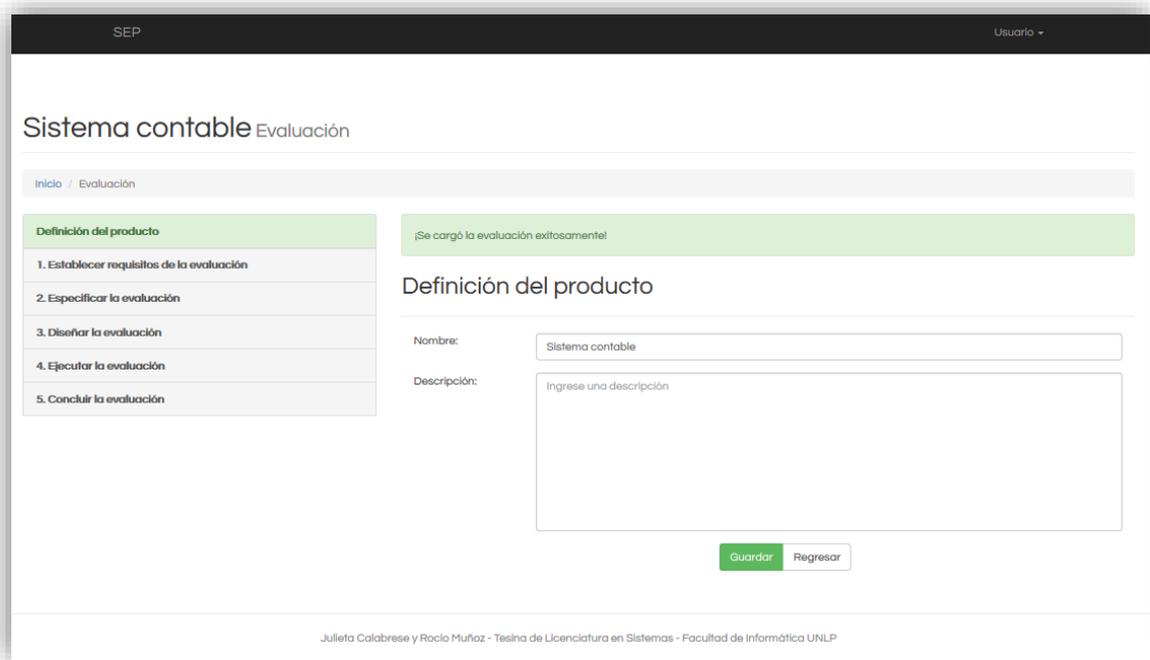


Figura 12 - Ver evaluación en SEP

4.2.2.4 Ver informe de evaluación

Cuando una evaluación se encuentra archivada, el usuario tiene la posibilidad de hacer clic en la opción “Ver informe” situada en el lado derecho de la evaluación en cuestión (Figura 10). El sistema abrirá un documento PDF mostrando una pantalla como la de la Figura 13.



Figura 13 - Ver informe de evaluación archivada en SEP

4.2.2.5 Crear evaluación

Para comenzar una nueva evaluación, el usuario debe hacer clic en el botón “Crear evaluación” situado en la parte inferior del listado (Figura 10). El sistema mostrará una pantalla como se puede observar en la Figura 14.

Nombre del producto Evaluación

Inicio / Evaluación

Definición del producto

1. Establecer requisitos de la evaluación
2. Especificar la evaluación
3. Diseñar la evaluación
4. Ejecutar la evaluación
5. Concluir la evaluación

Definición del producto

Nombre:

Descripción:

Julieta Calabrese y Rocío Muñoz - Tesina de Licenciatura en Sistemas - Facultad de informática UNLP

Figura 14 - Nueva evaluación en SEP

Como se puede observar, la interfaz de esta funcionalidad está diseñada de manera tal que sea intuitiva para cualquier tipo de usuario. Posee un menú con las diferentes secciones y subítems a completar, los cuales fueron definidos en el *apartado 4.2.1.2*.

El primer paso consiste en definir un nombre que identifique al producto de software a evaluar, junto con una descripción del mismo (la cual es opcional). Al completar el nombre del producto, el sistema mostrará un mensaje indicando que la operación fue exitosa y se habilitarán los ítems de la evaluación necesarios para continuar con la evaluación, los cuales inicialmente se encontraban inhabilitados. La Figura 15 ilustra esta situación.

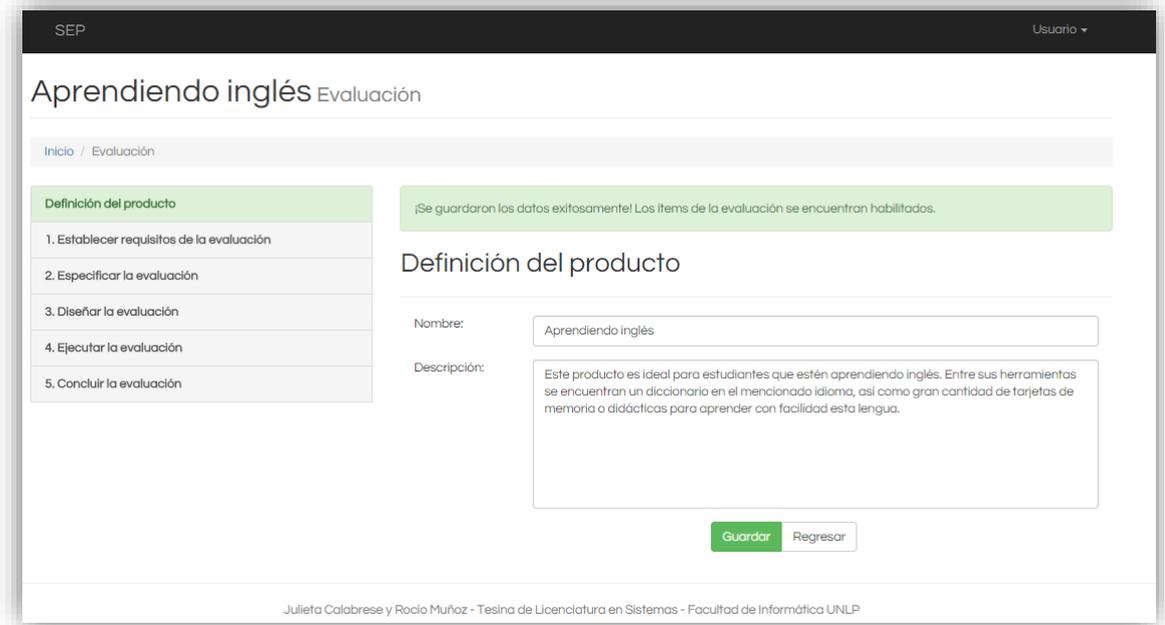


Figura 15 - Nuevo producto creado en SEP

A partir de ese momento, se procede a continuar con la evaluación accediendo desde el menú de la izquierda a cada subítem habilitado.

4.2.2.5.1 Establecer los requisitos de la evaluación

- **Propósito de la evaluación:** Para especificar el propósito de la evaluación, el usuario debe completar un recuadro como se muestra en la Figura 16 incluyendo toda la información que considere necesaria.



Figura 16 - Establecer propósito en SEP

- **Características a evaluar:** Para seleccionar la/s característica/s que se desean evaluar, el usuario debe hacer clic en el recuadro correspondiente. El sistema exige seleccionar como mínimo una característica. En la Figura 17 se observan las diferentes características que pueden seleccionarse. Las mismas están definidas en la norma ISO/IEC 25010.

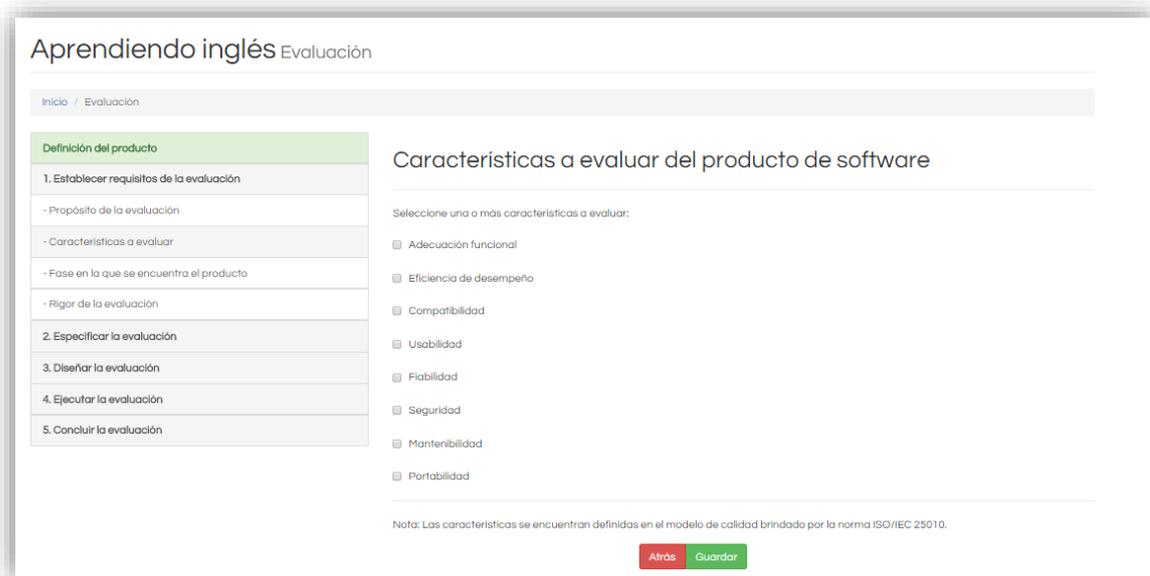


Figura 17 - Seleccionar características en SEP

- **Fase en la que se encuentra el producto:** Para identificar la fase en la que se encuentra el producto de software, se debe seleccionar una de las opciones brindadas por el sistema en el menú desplegable que se muestra en la Figura 18.

Aprendiendo inglés Evaluación

Inicio / Evaluación

Definición del producto

- 1. Establecer requisitos de la evaluación
 - Propósito de la evaluación
 - Características a evaluar
 - Fase en la que se encuentra el producto
 - Rigor de la evaluación
- 2. Especificar la evaluación
- 3. Diseñar la evaluación
- 4. Ejecutar la evaluación
- 5. Concluir la evaluación

Fase en la que se encuentra el producto

Seleccione la fase en la que se encuentra el producto a evaluar:

Seleccione la fase del proyecto

- Seleccione la fase del proyecto
- Producto inicial
- Producto en producción
- Producto final

Juliefa Calabrese y Rocío Muñoz - Tesina de Licenciatura en Sistemas - Facultad de Informática UNLP

Figura 18 - Definir fase del producto en SEP

- Las fases que presenta el sistema son:
- **Producto inicial:** Fase en la cual el producto se encuentra en la etapa de desarrollo inicial.
 - **Producto en producción:** Fase en la cual el producto se encuentra en la etapa de desarrollo avanzado.
 - **Producto final:** Fase en la cual el producto se encuentra terminado y es utilizado por los usuarios.
- **Rigor de la evaluación:** El usuario debe seleccionar el riesgo para la seguridad física, el riesgo económico y el riesgo ambiental. El sistema presenta una grilla (Figura 19) que contiene un menú desplegable para cada uno de los ellos.

Las opciones entre las cuales se podrá elegir son:

Riesgo para la seguridad física

- A: Las personas pueden morir
- B: Amenaza contra vidas humanas
- C: Daños materiales. Amenaza de daño a personas
- D: Pequeños daños materiales. No hay riesgo para las personas

Riesgo económico

- A: Desastre financiero (la compañía no puede seguir funcionando)
- B: Pérdidas económicas importantes
- C: Pérdidas económicas significativas
- D: Pérdidas económicas insignificantes

Riesgo para la seguridad de acceso

- A: Riesgo de protección de datos y servicios estratégicos
- B: Riesgo de protección de datos y servicios críticos
- C: Riesgo de protección de datos
- D: No se identifican riesgos

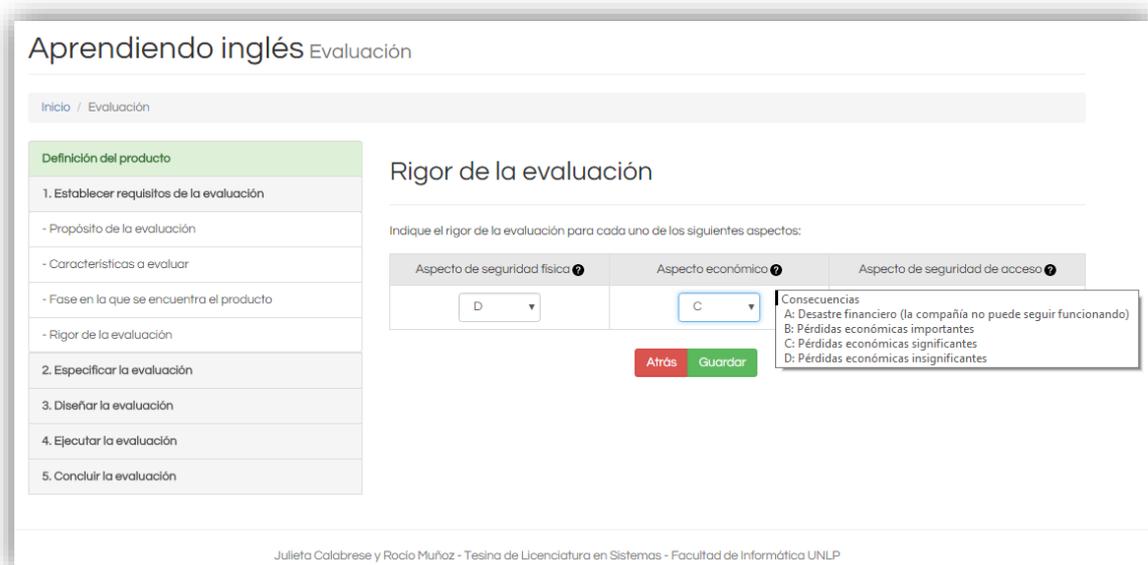


Figura 19 - Establecer rigor de la evaluación en SEP

En todos los casos se podrá elegir la opción N/A, la cual indica que el tipo de riesgo no aplica para la evaluación.

4.2.2.5.2 Especificar la evaluación

Una vez seleccionadas las características se habilitará la sección “Especificar la evaluación”.

- **Subcaracterísticas a evaluar:** Para esta funcionalidad, el usuario deberá elegir una de las características del menú desplegable. Al seleccionar cada una de ellas, el sistema presentará un listado de las subcaracterísticas para que el usuario tenga la posibilidad de seleccionar una o más haciendo clic en los recuadros

correspondientes (Figura 20). El sistema exige que se seleccione, como mínimo, una subcaracterística por cada característica.

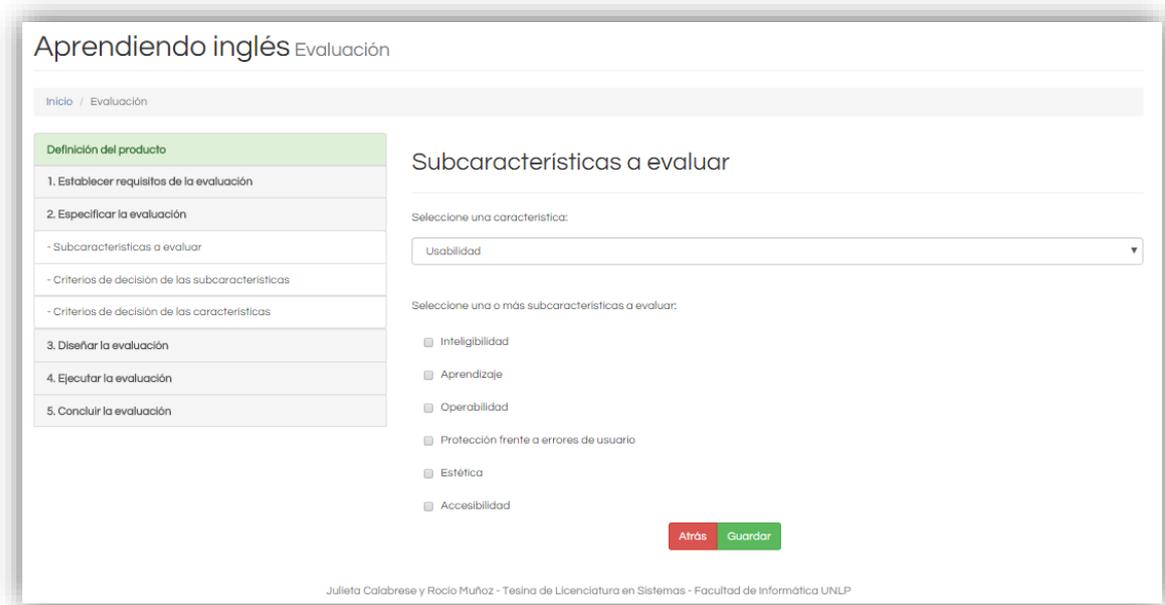


Figura 20 - Seleccionar subcaracterísticas en SEP

Es importante destacar que, si el usuario no selecciona todas las subcaracterísticas correspondientes a una característica, no se puede obtener un valor total de la misma, pero sí de cada una de las subcaracterísticas elegidas. Caso contrario, se obtendrá un valor total para la característica en cuestión.

- **Criterios de decisión de las subcaracterísticas:** Una vez elegidas las subcaracterísticas a medir se deben establecer los criterios de decisión para las mismas, es decir en qué nivel de aceptación estarán dependiendo del valor que tome la subcaracterística. Los niveles pueden ser: *Inaceptable*, *Mínimamente aceptable*, *Rango objetivo* o *Excede los requerimientos*.

Para establecer los criterios de decisión se debe seleccionar una característica del menú desplegable y el sistema mostrará una pantalla como la que se puede observar en la Figura 21.

Aprendiendo inglés Evaluación

Inicio / Evaluación

Definición del producto

1. Establecer requisitos de la evaluación
2. Especificar la evaluación
 - Subcaracterísticas a evaluar
 - Criterios de decisión de las subcaracterísticas
 - Criterios de decisión de las características
3. Diseñar la evaluación
4. Ejecutar la evaluación
5. Concluir la evaluación

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Usabilidad

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Usabilidad**:

Inaceptable	Minimamente aceptable	Rango objetivo	Excede los requerimientos
Valor máximo: 0.1	Valor máximo: 0.2	Valor máximo: 0.3	Valor máximo: 1

Seleccione en la tabla superior los valores máximos deseados para cada uno de los niveles y haga click en el botón "Asignar" para asignarle los mismos a la subcaracterística

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Inteligibilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Estética					Asignar

Julieta Calabrese y Rocío Muñoz - Tesis de Licenciatura en Sistemas - Facultad de Informática UNLP

Figura 21 - Definir criterios de decisión de las subcaracterísticas en SEP

Se deben elegir de la tabla superior de la Figura 21 los valores máximos que debe tomar la subcaracterística para pertenecer a ese nivel. El sistema no permite que se superpongan estos valores.

Una vez elegidos los cuatro valores es posible asignárselos a las subcaracterísticas de la característica elegida presionando el botón "Asignar" de la tabla inferior. El sistema permite también modificar los valores de los mismos.

- **Criterios de decisión de las características:** Una vez elegidas las subcaracterísticas a medir de la evaluación, si para alguna característica se eligieron todas sus subcaracterísticas, entonces se podrán establecer los criterios de decisión para la misma.

Al igual que para las subcaracterísticas, los niveles de aceptación en los que se encontrarán las características si cumplen con lo establecido pueden ser: *Inaceptable*, *Mínimamente aceptable*, *Rango objetivo* o *Excede los requerimientos*.

Para establecer los criterios de decisión el sistema mostrará una pantalla como la que se observa en la Figura 22, con una tabla para cada característica que se desee evaluar completa.

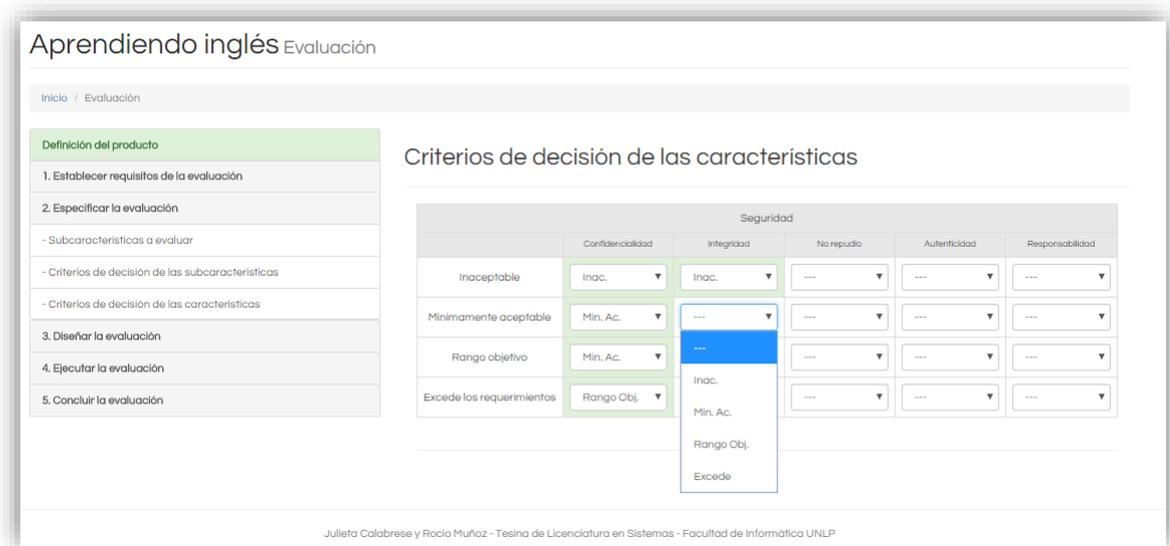


Figura 22 - Definir criterios de decisión de las características en SEP

En la tabla de la Figura 22 se muestran todas las subcaracterísticas seleccionadas de la característica a evaluar. El nivel de una característica se obtendrá a partir de determinar el nivel obtenido por cada una de sus subcaracterísticas. En esta sección del sistema se podrá seleccionar el mínimo nivel esperado de las subcaracterísticas, para finalmente obtener el nivel alcanzado por la característica.

Particularmente para esta sección, los subítems “Criterios de decisión de las subcaracterísticas” y “Criterios de decisión de las características” se encontrarán inhabilitados hasta no seleccionar las subcaracterísticas a evaluar.

4.2.2.5.3 Diseñar la evaluación

Una vez que el usuario haya seleccionado tanto las características como las subcaracterísticas, se habilitará la sección “Diseñar la evaluación”.

- **Actividades de la evaluación:** Para ingresar las actividades de la evaluación, se debe completar el recuadro de la Figura 23 incluyendo toda la información según lo mencionado en el apartado 4.2.1.3.

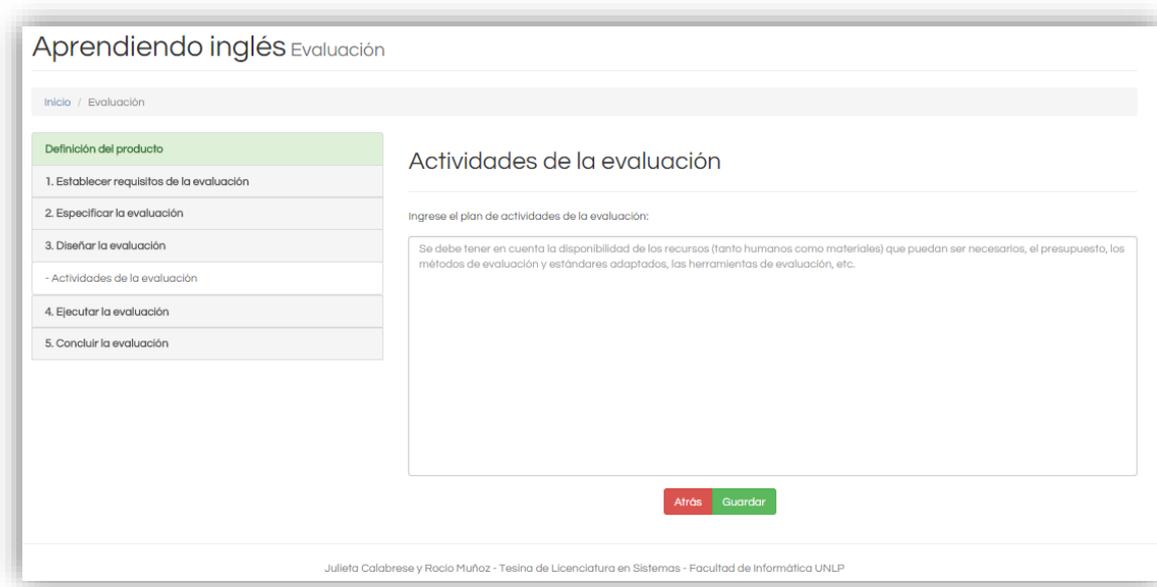


Figura 23 - Establecer plan de actividades de la evaluación en SEP

4.2.2.5.4 Ejecutar la evaluación

Una vez diseñada la evaluación se encontrará habilitado el ítem “Ejecutar la evaluación”, el cual realiza la integración con GQM presentada anteriormente. Por este motivo, el usuario deberá contestar cada una de las preguntas asociadas a las diferentes características elegidas.

- **Mediciones:** El usuario debe seleccionar cada una de las características del listado (Figura 24) y el sistema presentará las preguntas a responder, las cuales están asociadas a la característica seleccionada (Figura 25).

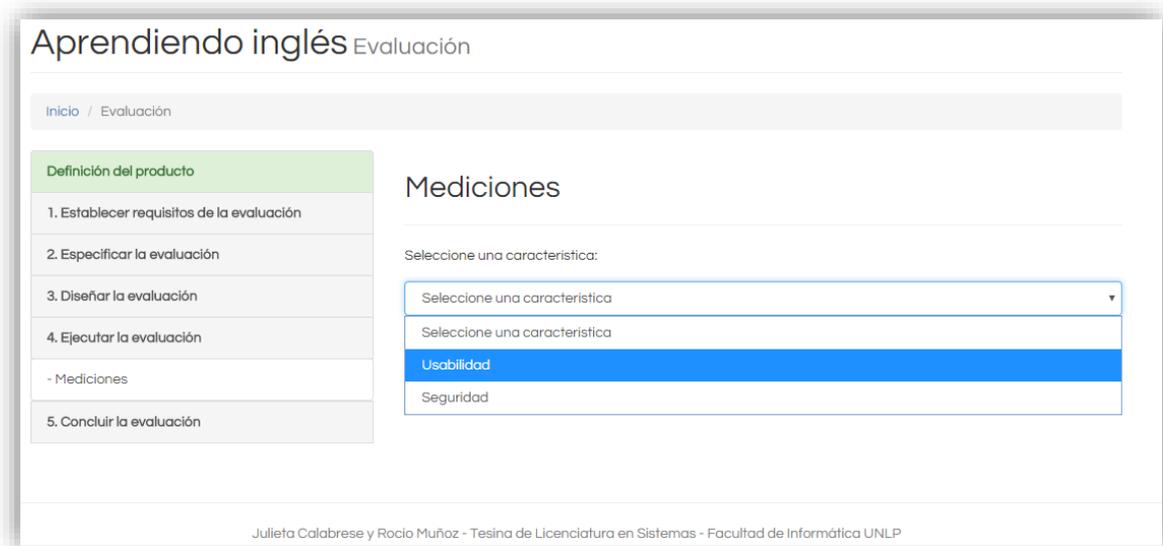


Figura 24 - Seleccionar característica para realizar medición en SEP

Cada pregunta brinda la posibilidad de responderse con SI/NO. El sistema muestra en la grilla si la pregunta fue respondida o si aún está sin responder (Figura 25).

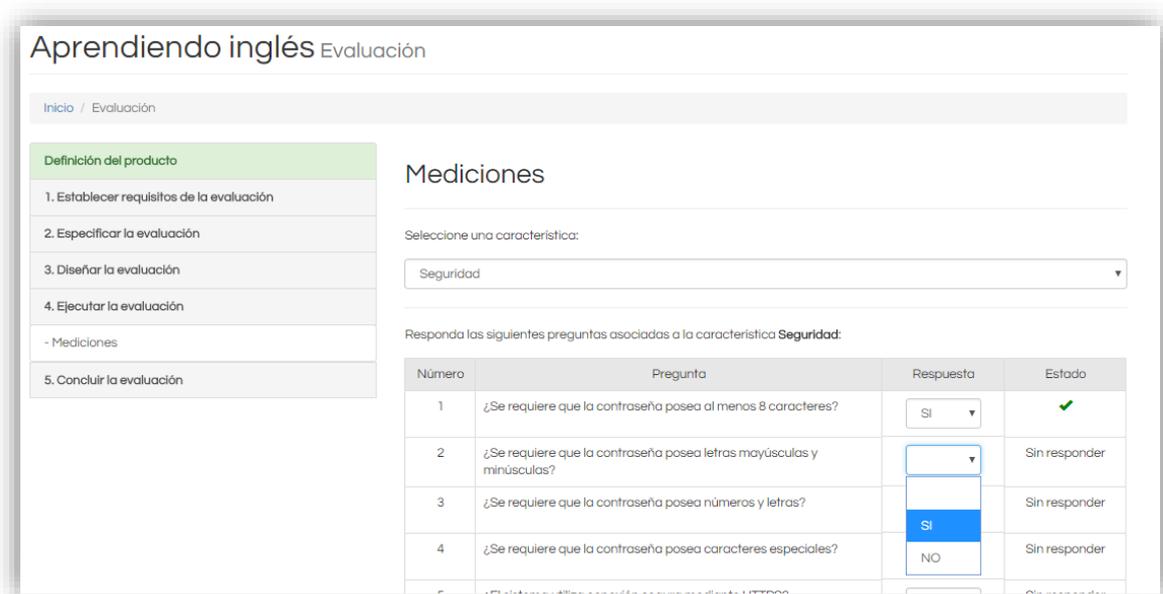


Figura 25 - Responder preguntas para característica seleccionada en SEP

Al momento de seleccionar la respuesta, el sistema la guarda automáticamente e informa de la situación con un "✓" de color verde en el estado. Una vez que el usuario haya respondido todas las preguntas, se habilitará el subítem "Informe de evaluación".

4.2.2.5.5 Concluir la evaluación

Por último, debe generarse el informe final de la evaluación. El ítem “Concluir la evaluación” está destinado a dicha tarea.

- **Informe de evaluación:** Una vez completados todos los pasos y respondidas todas las preguntas, se habilitará la opción de “Generar informe” de la evaluación, como se muestra en la Figura 26.



Figura 26 - Opción de "Generar informe" en SEP

Al hacer clic sobre el botón “Generar informe” la evaluación se finalizará y se abrirá un documento PDF con toda la información de la evaluación contenida en él. El documento PDF tendrá el formato que puede verse en la Figura 27.



Figura 27 - Ver informe generado en SEP

- **Feedback de la evaluación:** El usuario deberá completar el recuadro que se observa en la Figura 28 con el feedback obtenido luego de la realización del informe.

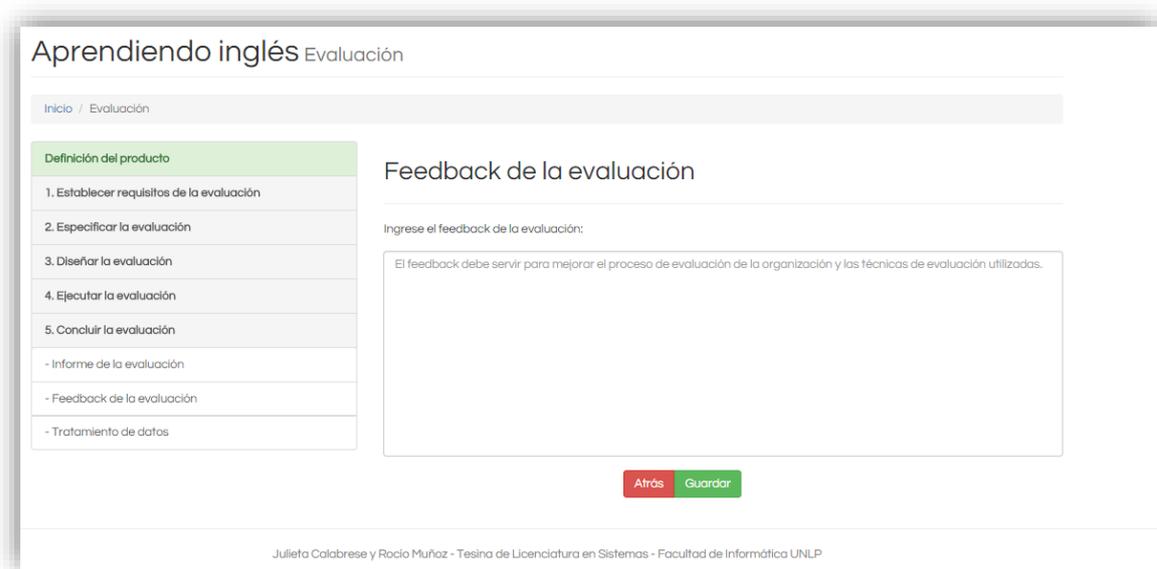


Figura 28 - Establecer feedback de la evaluación en SEP

- **Tratamiento de datos:** El usuario tendrá la posibilidad de archivar la evaluación, a partir de este momento ya no será posible modificar los datos de la misma. Solo se le permitirá ver el informe generado. Para realizar esto el usuario deberá hacer clic en el botón "Archivar evaluación" (Figura 29), el sistema informará que la evaluación ha sido archivada y se volverá al listado de "Mis evaluaciones".



Figura 29 - Opción de "Archivar evaluación" en SEP

Los subítems "Feedback de la evaluación" y "Tratamiento de datos" se encontrarán inhabilitados hasta no haber generado el informe.

4.3 Arquitectura del desarrollo

4.3.1 CodeIgniter (versión 3.0.6)

CodeIgniter [20] es un framework que brinda un conjunto de herramientas para personas que construyen aplicaciones web con PHP. Su objetivo es permitir el desarrollo de proyectos de manera mucho más rápida que si se estuviera escribiendo código desde cero, proporcionando un conjunto de librerías accesibles desde una interfaz simple y manteniendo una estructura lógica. Dichas librerías sirven para el desarrollo de aplicaciones web y, además, poseen una forma de utilizarlas que se debe respetar para obtener provecho de la aplicación.

CodeIgniter brinda facilidad para la creación de aplicaciones PHP avanzadas, que hacen el proceso de desarrollo más rápido. Implementa el proceso llamado Model View Controller (MVC) que es un estándar de programación de aplicaciones, utilizado tanto para hacer sitios web como programas tradicionales. Además, define una arquitectura de desarrollo que hará que se programe de una manera más ordenada y contiene diversas herramientas que ayudan a hacer aplicaciones más versátiles y seguras.

Este framework está creado para que sea fácil de utilizar y de instalar en cualquier servidor. Permite centrarse en un proyecto de manera creativa, minimizando la cantidad de código necesario para realizar una determinada tarea. Los puntos más interesantes que posee están relacionados con: la versatilidad, ya que es capaz de trabajar en una gran cantidad de entornos o servidores; la compatibilidad, relacionado a las versiones de PHP a las cuales se adapta; su facilidad de instalación; la flexibilidad que posee, generando una excelente curva de aprendizaje a desarrolladores principiantes; y su ligereza, evitando sobrecargas en el servidor. Cabe destacar que cuenta con una gran documentación tutorializada.

CodeIgniter posee dos bibliotecas de código disponible: librerías y helpers. Para este proyecto, se utilizaron algunas de ellas:

- *Helper URL* [21]: contiene funciones que ayudan a trabajar con URLs. La función `base_url()` devuelve la URL base del sitio, especificada en el archivo de configuración.
- *Librería DataBase* [22]: provee una clase de base de datos abstracta muy rápida y completa que soporta tanto las estructuras tradicionales como los patrones *Active Record*.
- *Librería Form Validation* [23]: proporciona una validación completa de los formularios según las reglas establecidas.
- *Librería Session* [24]: permite mantener el "estado" de un usuario y realizar un seguimiento de la actividad del mismo mientras navega por el sitio.

4.3.2 PHP (versión 5.6)

PHP [25], acrónimo de "*PHP: Hypertext Preprocessor*", es un lenguaje de 'scripting' de propósito general y de código abierto que está especialmente pensado para el desarrollo web y que puede ser embebido en páginas HTML. Se enfoca principalmente a la programación de scripts del lado del servidor, por lo que puede realizar tareas tales como recopilar datos de formularios, generar páginas con contenido dinámico, enviar y recibir cookies, entre otros. El objetivo principal de este lenguaje es permitir a los desarrolladores web escribir dinámica y rápidamente páginas web, aunque se puede hacer mucho más.

PHP puede emplearse en todos los sistemas operativos principales, incluyendo Linux, muchas variantes de Unix (incluyendo HP-UX, Solaris y OpenBSD), Microsoft Windows, Mac OS X y RISC O. PHP admite la mayoría de servidores web de hoy en día, tales como

Apache, IIS, y muchos otros. De modo que con PHP, se tiene la libertad de elegir el sistema operativo y el servidor web. Además, se tiene la posibilidad de utilizar programación por procedimientos o programación orientada a objetos (POO), o una mezcla de ambas.

Una de las características más potentes y destacables de PHP es su soporte para un amplio abanico de bases de datos. Escribir una página web con acceso a una base de datos es increíblemente simple utilizando una de las extensiones específicas de bases de datos (por ejemplo, para mysql que mencionaremos en el próximo apartado), utilizar una capa de abstracción como PDO, o conectarse a cualquier base de datos que admita el estándar de Conexión Abierta a Bases de Datos por medio de la extensión ODBC.

PHP se considera uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento conocidos hoy en día, lo que ha atraído el interés de múltiples sitios con gran demanda de tráfico (por ejemplo, Wikipedia) para optar por el mismo como tecnología de servidor.

Para este proyecto, se utilizó la versión de PHP 5.6.

4.3.3 MySQL

MySQL [26] es la base de datos de código abierto más popular del mercado. Se ha convertido en la base de datos líder elegida por las aplicaciones basadas en web gracias a su rendimiento, a su fiabilidad y a su facilidad de uso. Es utilizada por sitios web tales como Facebook, Twitter, YouTube, entre otros. La extensión MySQL proporciona una interfaz procedural, y está pensada para usar sólo con versiones de MySQL anteriores a la 4.1.3.

Por otro lado, se encuentra la extensión MySQLi [27] (también se la conoce como extensión de MySQL mejorada). Dicha extensión se desarrolló para aprovechar las nuevas funcionalidades encontradas en los sistemas MySQL con versión 4.1.3 o posterior. La extensión MySQLi viene incluida en las versiones PHP5 y posteriores. Contiene numerosos beneficios, siendo estas las mejoras principales respecto a MySQL: interfaz orientada a objetos, soporte para declaraciones preparadas, soporte para múltiples declaraciones, soporte para transacciones, mejorar las opciones de depuración y soporte para servidor empujado. Además de la interfaz orientada a objetos, también proporciona una interfaz procedural. Esta extensión de MySQL mencionada fue la utilizada en el proyecto SEP.

4.4 Librerías adicionales

4.4.1 Bootstrap

Bootstrap [28] es un framework de front-end gratuito para realizar un desarrollo web rápida y fácilmente. Incluye plantillas de diseño basadas en HTML y CSS para tipografías, formularios, botones, tablas, navegación, modales, carruseles de imágenes, entre otros; así como complementos de JavaScript opcionales. Bootstrap también brinda la capacidad de crear diseños receptivos de una manera sencilla.

Las ventajas que posee este framework están relacionadas con la facilidad de uso, ya que cualquiera con conocimientos básicos de HTML y CSS puede utilizarlo; diseño responsive, permitiendo que el contenido de la web se adapte a teléfonos, tablets y diferentes tipos de PC; compatibilidad con navegadores, ya que se puede utilizar en cualquier navegador moderno como Chrome, Firefox, Opera, Internet Explorer y Safari; entre otras.

Bootstrap posee una serie de elementos que fueron utilizados en SEP, tales como grillas para permitir el diseño responsive, íconos pequeños denominados Glyphicons para utilizar en diferentes partes del sitio representando una acción gráficamente, barras de navegación, botones, paneles, paginación, cuadros de texto, entre otros.

4.4.2 FPDF

FPDF [29] es una clase escrita en PHP que permite generar documentos PDF directamente desde PHP, sin usar la biblioteca PDFlib [30]. La F de FPDF significa Free (gratis y libre), puede usarse para cualquier propósito y modificarse a gusto de los usuarios para satisfacer las necesidades de los mismos.

Como es lógico, la velocidad de generación de un documento es menor que con PDFlib. Sin embargo, la desventaja en cuanto a rendimiento es muy razonable y se adecúa a la mayoría de los casos. FPDF tiene, además, varias ventajas. Permite, entre otras cosas: elegir la unidad de medida, formato de página y márgenes, gestionar cabeceras y pies de página, insertar saltos de línea y textos justificados, establecer fuente, estilo, tamaño y color para imprimir cadenas de caracteres, incorporar imágenes (JPEG, PNG), enlaces, colores, etc., importar otros archivos PDF.

Como se mencionó, una de las principales funcionalidades de SEP es permitir la generación de un informe con toda la información de la evaluación, desde la especificación de los datos hasta los resultados obtenidos y las conclusiones finales. Toda esta información está almacenada en la base de datos, es por eso que se decidió utilizar FPDF para brindarle al usuario un informe completo de la evaluación de su producto en un archivo PDF, permitiéndole acceder rápidamente a toda la información y, en caso de requerirlo, imprimirlo o almacenarlo en sus dispositivos.

4.5 Conclusión

SEP es un sistema que permite llevar a cabo una evaluación de producto de software, basado por el modelo de calidad de producto de la ISO/IEC 25010 y adaptando el proceso de evaluación propuesto por la ISO/IEC 25040, a través de la medición de diferentes características seleccionadas por el usuario basándose en un propósito definido. Posee una interfaz sencilla de utilizar, compuesta por diferentes secciones y subítems encargados de representar cada uno de los pasos de la evaluación. Una persona interesada en realizar una evaluación deberá ir completando cada sección con la información que se le solicite, teniendo la posibilidad de guardar los datos cargados y continuar en otro momento. Finalmente, el sistema brindará un informe detallado de lo especificado en la evaluación, las mediciones realizadas y los resultados obtenidos; datos de interés para el evaluador.

SEP se desarrolló en PHP, uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento. En complemento a dicho lenguaje se optó por utilizar CodeIgniter, un framework que permite la rápida creación de aplicaciones web capaces de trabajar en la mayoría de entornos y servidores. La base de datos se gestionó con MySQL. Las librerías adicionales utilizadas fueron FPDF para la generación del informe en formato PDF y Bootstrap para generar interfaces intuitivas y amigables.

CAPÍTULO 5 – CASOS DE ESTUDIO

5.1 Introducción

Para poner en práctica el uso de la herramienta desarrollada, se realizaron diferentes casos de estudio. Cada caso de estudio tendrá como objetivo mostrar la realización de una evaluación de producto por personas con escasos conocimientos en normas de calidad, interesadas en evaluar diferentes características de sus productos.

Se describirán los pasos realizados para llevar a cabo la evaluación a través de SEP, siguiendo las diferentes etapas presentadas por el sistema. Los sistemas utilizados como casos de estudio se encuentran en producción y, para mantener la confidencialidad de los mismos, serán denominados con nombre genéricos.

5.2 Aplicando SEP

Para ambos casos, las personas interesadas se registraron en el sistema ingresando sus datos personales y, posteriormente, iniciaron su sesión y accedieron a crear una nueva evaluación. Dichas tareas se encuentran descritas en el capítulo anterior.

5.2.1 Definición del producto

La primera acción consistió en ingresar el nombre del producto a evaluar y una descripción del mismo. Como se puede ver en la Tabla 4, los responsables de ambos sistemas completaron dichos campos con la información requerida. A partir de ese momento, se habilitaron los ítems correspondientes para continuar con la evaluación.

<p>Sistema A</p>	<p>Definición del producto</p> <hr/> <p>Nombre: <input type="text" value="Sistema A"/></p> <p>Descripción: <input type="text" value="Entorno virtual de Enseñanza y Aprendizaje orientado al diseño y creación de cursos en la web. Permite mediar una propuesta educativa, de manera flexible, acorde a las necesidades del docente. Está orientado principalmente a Instituciones de Educación Superior. Permite dentro de un curso trabajar con una serie de áreas que contienen herramientas. Cada área tiene una intencionalidad pedagógica particular. Atiende a los distintos componentes de cursos en modalidades a distancia como son: la comunicación, la publicación de contenidos, el seguimiento de las tareas de los alumnos y de los docentes, la evaluación, el trabajo colaborativo, entre otros."/></p>
<p>Sistema B</p>	<p>Definición del producto</p> <hr/> <p>Nombre: <input type="text" value="Sistema B"/></p> <p>Descripción: <input type="text" value="Sistema encargado de representar las acciones de un docente para crear y mantener un ambiente de aprendizaje. Es fundamental que el mismo conozca un conjunto de estrategias, que van desde la distribución física de la sala, la presencia de normas y procedimientos de funcionamiento, el tipo de relaciones que se establecen con los alumnos, entre otras."/></p>

Tabla 4 - Definición del producto en Sistema A y Sistema B

5.2.2 Propósito de la evaluación

El siguiente paso fue ingresar el propósito de la evaluación. Cada uno de los usuarios completó este paso con información sobre lo que deseaban evaluar de sus productos de software. Esto se puede observar en la Tabla 5.

Sistema A	<p>Propósito de la evaluación</p> <hr/> <p>Ingrese el propósito por el cual la organización quiere evaluar la calidad de su producto de software:</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>El propósito de la evaluación es medir la vulnerabilidad del sistema ante diferentes ataques que puedan surgir hacia los datos y hacia la privacidad del usuario. Asimismo, se desea analizar las operaciones realizadas por los usuarios en el entorno para evitar cualquier tipo de acción indebida. Por otro lado, se busca determinar si el sistema puede ser entendido, aprendido y usado por cualquier tipo de usuario.</p> </div>
Sistema B	<p>Propósito de la evaluación</p> <hr/> <p>Ingrese el propósito por el cual la organización quiere evaluar la calidad de su producto de software:</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>El propósito es medir la efectividad del sistema a la hora de usarlo en diferentes ambientes con diferentes características. Además, se busca determinar si el sistema puede funcionar simultáneamente con otro, e intercambiar datos entre ellos. Por último, se desea analizar que tan robusto es el producto en cuanto a la seguridad del mismo.</p> </div>

Tabla 5 - Propósito de la evaluación en Sistema A y Sistema B

5.2.3 Características a evaluar del producto de software

Posteriormente, cada persona seleccionó las características que más se adecuaban a su propósito definido para la evaluación. Como se observa en la Tabla 6, el usuario a cargo del **Sistema A** seleccionó las características *Seguridad* y *Usabilidad*; por otro lado, para el **Sistema B** el usuario seleccionó las características *Compatibilidad*, *Seguridad* y *Portabilidad*.

<p>Sistema A</p>	<p>Características a evaluar del producto de software</p> <hr/> <p>Seleccione una o más características a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Adecuación funcional <input type="checkbox"/> Eficiencia de desempeño <input type="checkbox"/> Compatibilidad <input checked="" type="checkbox"/> Usabilidad <input type="checkbox"/> Fiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Mantenibilidad <input type="checkbox"/> Portabilidad
<p>Sistema B</p>	<p>Características a evaluar del producto de software</p> <hr/> <p>Seleccione una o más características a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Adecuación funcional <input type="checkbox"/> Eficiencia de desempeño <input checked="" type="checkbox"/> Compatibilidad <input type="checkbox"/> Usabilidad <input type="checkbox"/> Fiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Mantenibilidad <input checked="" type="checkbox"/> Portabilidad

Tabla 6 - Selección de características en Sistema A y Sistema B

5.2.4 Fase en la que se encuentra el producto

Luego, cada uno de los responsables de los sistemas indicó la fase en la cual se encuentra su producto. En la Tabla 7 se muestra que, para estos casos en particular, ambos productos son productos finales, es decir que el desarrollo del mismo ya finalizó y actualmente son utilizados.

Sistema A	<p>Fase en la que se encuentra el producto</p> <hr/> <p>Seleccione la fase en la que se encuentra el producto a evaluar:</p> <p>Producto final ▼</p>
Sistema B	<p>Fase en la que se encuentra el producto</p> <hr/> <p>Seleccione la fase en la que se encuentra el producto a evaluar:</p> <p>Producto final ▼</p>

Tabla 7 - Fase del producto en Sistema A y Sistema B

5.2.5 Rigor de la evaluación

El siguiente paso consistió en establecer niveles para los diferentes rigores presentados en el sistema. Esto se muestra en la Tabla 8.

En el **Sistema A**, el usuario indicó que el rigor de la evaluación en cuanto a seguridad física no aplica para el propósito de la misma, en cuanto al aspecto económico se determinó que tendrá un rigor *D* (*Pérdidas económicas insignificantes*) y en cuanto a la seguridad de acceso un rigor *C* (*Riesgo de protección de datos*). En el caso del **Sistema B**, se determinó que el rigor de la evaluación con respecto a la seguridad física es *D* (*Pequeños daños materiales. No hay riesgos para las personas*), desde el punto de vista económico no aplicó y con respecto a la seguridad de acceso el rigor fue establecido en *D* (*No se identifican riesgos*).

Sistema A	<p>Rigor de la evaluación</p> <hr/> <p>Indique el rigor de la evaluación para cada uno de los siguientes aspectos:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="399 1818 689 1868">Aspecto de seguridad física ?</th> <th data-bbox="689 1818 979 1868">Aspecto económico ?</th> <th data-bbox="979 1818 1318 1868">Aspecto de seguridad de acceso ?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="399 1868 689 1939">N/A ▼</td> <td data-bbox="689 1868 979 1939">D ▼</td> <td data-bbox="979 1868 1318 1939">C ▼</td> </tr> </tbody> </table>	Aspecto de seguridad física ?	Aspecto económico ?	Aspecto de seguridad de acceso ?	N/A ▼	D ▼	C ▼
Aspecto de seguridad física ?	Aspecto económico ?	Aspecto de seguridad de acceso ?					
N/A ▼	D ▼	C ▼					

Sistema B	<h3>Rigor de la evaluación</h3>		
	Indique el rigor de la evaluación para cada uno de los siguientes aspectos:		
	Aspecto de seguridad física ?	Aspecto económico ?	Aspecto de seguridad de acceso ?
D ▼	N/A ▼	D ▼	

Tabla 8 - Rigor de la evaluación en Sistema A y Sistema B

5.2.6 Subcaracterísticas a evaluar

La siguiente acción a realizar por los usuarios en el sistema fue elegir las subcaracterísticas que se deseaban medir de las características previamente seleccionadas.

Como puede verse en la Tabla 9, para el **Sistema A** se decidieron elegir todas las subcaracterísticas de la característica Usabilidad (*Inteligibilidad, Aprendizaje, Operabilidad, Protección frente a errores de usuario, Estética y Accesibilidad*) y las subcaracterísticas *Confidencialidad, Autenticidad y Responsabilidad* de la característica Seguridad. Por otro lado, para el **Sistema B**, las subcaracterísticas elegidas fueron: para la característica Portabilidad la subcaracterística *Adaptabilidad*, para la característica Compatibilidad todas las subcaracterísticas (*Coexistencia e Interoperabilidad*) y para la característica Seguridad también todas sus subcaracterísticas (*Confidencialidad, Integridad, No Repudio, Autenticidad y Responsabilidad*).

Sistema A	<h3>Subcaracterísticas a evaluar</h3> <p>Seleccione una característica:</p> <p>Usabilidad</p> <p>Seleccione una o más subcaracterísticas a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Intelligibilidad ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Aprendizaje ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Operabilidad ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Protección frente a errores de usuario ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Estética ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Accesibilidad ✓
	<h3>Subcaracterísticas a evaluar</h3> <p>Seleccione una característica:</p> <p>Seguridad</p> <p>Seleccione una o más subcaracterísticas a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Confidencialidad ✓ <input type="checkbox"/> Integridad <input type="checkbox"/> No repudio <input checked="" type="checkbox"/> Autenticidad ✓ <input checked="" type="checkbox"/> Responsabilidad ✓
Sistema B	<h3>Subcaracterísticas a evaluar</h3> <p>Seleccione una característica:</p> <p>Portabilidad</p> <p>Seleccione una o más subcaracterísticas a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Adaptabilidad ✓ <input type="checkbox"/> Facilidad de instalación <input type="checkbox"/> Capacidad de ser reemplazado

Subcaracterísticas a evaluar

Seleccione una característica:

Compatibilidad
▼

Seleccione una o más subcaracterísticas a evaluar:

- Coexistencia ✓
- Interoperabilidad ✓

Subcaracterísticas a evaluar

Seleccione una característica:

Seguridad
▼

Seleccione una o más subcaracterísticas a evaluar:

- Confidencialidad ✓
- Integridad ✓
- No repudio ✓
- Autenticidad ✓
- Responsabilidad ✓

Tabla 9 - Selección de subcaracterísticas en Sistema A y Sistema B

5.2.7 Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Lo siguiente fue establecer los criterios de decisión de las subcaracterísticas. En el caso del **Sistema A** se puede observar en la Tabla 10 que, para la subcaracterísticas de la característica Usabilidad, a *Aprendizaje* y *Operabilidad* se les exigieron valores más altos en los niveles, seguido por *Inteligibilidad* y por último *Protección frente a errores de usuario*, *Estética* y *Accesibilidad*. Para la característica Seguridad, los valores que se le pidieron a las tres subcaracterísticas en los distintos niveles fueron bastante similares.

En el **Sistema B** se definieron valores más exigentes en la subcaracterística *Adaptabilidad* (de la característica Portabilidad). En cuanto a la característica Compatibilidad, los valores requeridos para sus dos subcaracterísticas (*Coexistencia* e *Interoperabilidad*) fueron los

mismos y para la característica Seguridad, se les exigieron los valores más altos a las subcaracterísticas *Integridad* y *No Repudio*, seguido por *Confidencialidad* y por último *Responsabilidad* y *Autenticidad*.

Sistema A

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Usabilidad ▼

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Usabilidad**:

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Inteligibilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Aprendizaje	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar
Operabilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar
Protección frente a errores de usuario	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Estética	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Accesibilidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar

Sistema A

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Seguridad ▼

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Seguridad**:

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Confidencialidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar
Autenticidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar
Responsabilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar

Sistema B

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Portabilidad

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Portabilidad**:

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Adaptabilidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00	Modificar

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Compatibilidad

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Compatibilidad**:

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Coexistencia	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Interoperabilidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Seleccione una característica:

Seguridad

Establezca los criterios de decisión para las subcaracterísticas de **Seguridad**:

Subcaracterística	Niveles				
	Inaceptable	Min. aceptable	Aceptable	Excede los req.	
Confidencialidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Integridad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
No repudio	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00	Modificar
Autenticidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.70	0.71 - 1.00	Modificar
Responsabilidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.70	0.71 - 1.00	Modificar

Tabla 10 - Criterios de decisión de las subcaracterísticas en Sistema A y Sistema B

5.2.8 Criterios de decisión de las características

El siguiente paso consistió en establecer los criterios de decisión para cada una de las características completas (aquellas para las cuales todas sus subcaracterísticas fueron elegidas para ser evaluadas). La forma de establecer estos criterios se puede observar en la Tabla 11.

En el **Sistema A** la característica que se eligió completa fue *Usabilidad*. Para establecer los requisitos para que la misma pertenezca a alguno de los niveles se decidió darle más importancia a las subcaracterísticas Inteligibilidad, Aprendizaje y Operabilidad. En el **Sistema B** se tienen dos características completas (*Compatibilidad* y *Seguridad*). En el caso de *Compatibilidad* se estableció que debía ser más importante la subcaracterística Coexistencia, y en el caso de la característica *Seguridad* tanto las subcaracterísticas Confidencialidad, Integridad y No Repudio fueron elegidas para tomar valores más altos.

	Usabilidad					
	Inteligibilidad	Aprendizaje	Operabilidad	Protección frente a errores de usuario	Estética	Accesibilidad
Inaceptable	Inac. ▼	Inac. ▼	Inac. ▼	Inac. ▼	Inac. ▼	Inac. ▼
Minimamente aceptable	Ranç ▼	Ranç ▼	Ranç ▼	Min. Ac. ▼	Min. / ▼	Min. / ▼
Rango objetivo	Ranç ▼	Ranç ▼	Ranç ▼	Min. Ac. ▼	Ranç ▼	Ranç ▼
Excede los requerimientos	Exce ▼	Exce ▼	Exce ▼	Rango Obj. ▼	Ranç ▼	Ranç ▼

Sistema B	Criterios de decisión de las características					
	Compatibilidad					
		Coexistencia		Interoperabilidad		
	Inaceptable	Inac.	Inac.	Inac.	Inac.	Inac.
	Minimamente aceptable	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.
Rango objetivo	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	
Excede los requerimientos	Excede	Excede	Excede	Excede	Excede	
	Seguridad					
	Confidencialidad	Integridad	No repudio	Autenticidad	Responsabilidad	
Inaceptable	Inac.	Inac.	Inac.	Inac.	Inac.	Inac.
Minimamente aceptable	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.	Min. Ac.
Rango objetivo	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.	Rango Obj.
Excede los requerimientos	Excede	Excede	Excede	Excede	Excede	Excede

Tabla 11 - Criterios de decisión de las características en Sistema A y Sistema B

5.2.9 Actividades de la evaluación

Luego se procedió a definir el plan de actividades de la evaluación. En estos casos, como se puede ver en la Tabla 12, las actividades a realizar fueron las mismas: responder el conjunto de preguntas correspondientes a las subcaracterísticas a evaluar.

Sistema A	Actividades de la evaluación
	<p>Ingrese el plan de actividades de la evaluación:</p> <p>Para llevar a cabo la evaluación, una persona con conocimientos del sistema será la encargada de responder un conjunto de preguntas con SI/NO, correspondientes a las subcaracterísticas elegidas. En base a esto y a lo definido en la especificación de la evaluación se obtienen automáticamente los valores de las subcaracterísticas.</p>

Sistema B	<h2>Actividades de la evaluación</h2>
	<p>Ingrese el plan de actividades de la evaluación:</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Para llevar a cabo la evaluación, una persona con conocimientos del sistema será la encargada de responder un conjunto de preguntas con SI/NO, correspondientes a las subcaracterísticas elegidas. En base a esto y a lo definido en la especificación de la evaluación se obtienen automáticamente los valores de las subcaracterísticas.</p> </div>

Tabla 12 - Actividades de la evaluación en Sistema A y Sistema B

5.2.10 Mediciones

El siguiente paso fue realizar las mediciones: responder (con SI o NO) las preguntas referidas a las subcaracterísticas seleccionadas. En la Tabla 13 se puede observar cómo los usuarios respondieron a dichas preguntas.

Sistema A	<h2>Mediciones</h2>																																																							
	<p>Seleccione una característica:</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Usabilidad </div> <p>Responda las siguientes preguntas asociadas a la característica Usabilidad:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Pregunta</th> <th>Respuesta</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>¿El sistema permite cambiar los colores del mismo para adecuarse a las necesidades de los usuarios?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>¿El sistema permite cambiar el tamaño de la letra de sus textos?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>¿El sistema está preparado para la lectura de pantalla con voz?</td> <td>SI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>¿El sistema presenta textos difíciles de comprender?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>¿El sistema posee textos con información irrelevante?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>¿El sistema posee palabras y/o textos con faltas ortográficas?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>¿El sistema permite deshacer una acción realizada?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>¿El sistema presenta textos escritos en diferentes idiomas?</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>¿El sistema brinda la opción de cambiar el lenguaje del sitio a otro idioma?</td> <td>SI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>¿El sistema posee una interfaz amigable? (El sitio puede entenderse y usarse fácilmente)</td> <td>SI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>¿El sistema indica la sección en la que se encuentra el usuario?</td> <td>SI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>¿El sistema indica las secciones accedidas hasta el momento?</td> <td>SI</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>¿El sistema posee más de un término para referirse a una misma acción? (Ej: Botón aceptar, botón confirmar, botón ok)</td> <td>NO</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </tbody> </table>	Número	Pregunta	Respuesta	Estado	1	¿El sistema permite cambiar los colores del mismo para adecuarse a las necesidades de los usuarios?	NO	✓	2	¿El sistema permite cambiar el tamaño de la letra de sus textos?	NO	✓	3	¿El sistema está preparado para la lectura de pantalla con voz?	SI	✓	4	¿El sistema presenta textos difíciles de comprender?	NO	✓	5	¿El sistema posee textos con información irrelevante?	NO	✓	6	¿El sistema posee palabras y/o textos con faltas ortográficas?	NO	✓	7	¿El sistema permite deshacer una acción realizada?	NO	✓	8	¿El sistema presenta textos escritos en diferentes idiomas?	NO	✓	9	¿El sistema brinda la opción de cambiar el lenguaje del sitio a otro idioma?	SI	✓	10	¿El sistema posee una interfaz amigable? (El sitio puede entenderse y usarse fácilmente)	SI	✓	11	¿El sistema indica la sección en la que se encuentra el usuario?	SI	✓	12	¿El sistema indica las secciones accedidas hasta el momento?	SI	✓	13	¿El sistema posee más de un término para referirse a una misma acción? (Ej: Botón aceptar, botón confirmar, botón ok)	NO
Número	Pregunta	Respuesta	Estado																																																					
1	¿El sistema permite cambiar los colores del mismo para adecuarse a las necesidades de los usuarios?	NO	✓																																																					
2	¿El sistema permite cambiar el tamaño de la letra de sus textos?	NO	✓																																																					
3	¿El sistema está preparado para la lectura de pantalla con voz?	SI	✓																																																					
4	¿El sistema presenta textos difíciles de comprender?	NO	✓																																																					
5	¿El sistema posee textos con información irrelevante?	NO	✓																																																					
6	¿El sistema posee palabras y/o textos con faltas ortográficas?	NO	✓																																																					
7	¿El sistema permite deshacer una acción realizada?	NO	✓																																																					
8	¿El sistema presenta textos escritos en diferentes idiomas?	NO	✓																																																					
9	¿El sistema brinda la opción de cambiar el lenguaje del sitio a otro idioma?	SI	✓																																																					
10	¿El sistema posee una interfaz amigable? (El sitio puede entenderse y usarse fácilmente)	SI	✓																																																					
11	¿El sistema indica la sección en la que se encuentra el usuario?	SI	✓																																																					
12	¿El sistema indica las secciones accedidas hasta el momento?	SI	✓																																																					
13	¿El sistema posee más de un término para referirse a una misma acción? (Ej: Botón aceptar, botón confirmar, botón ok)	NO	✓																																																					

14	¿El contenido de los listados del sistema se organiza en páginas?	SI	✓
15	¿El sistema presenta consistencia de colores en todas sus secciones?	SI	✓
16	¿El sistema posee errores visuales? (Ej: elementos solapados, menues desplegables sin funcionar, textos en lugares no destinados a ello, etc.)	NO	✓
17	¿El sistema informa mediante un mensaje si una operación fue realizada con éxito/sin éxito?	SI	✓
18	¿El sistema permite salir de alguna manera de cada sección? (Ej: Atrás, Cancelar, Salir, Volver)	SI	✓
19	¿El sistema posee atajos de teclado para el acceso a las diferentes funcionalidades?	NO	✓
20	¿El sistema posee iconos para el acceso a las diferentes funcionalidades?	SI	✓
21	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente cómo solucionar el error ocurrido?	NO	✓
22	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente el error ocurrido?	NO	✓
23	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente como prevenir que vuelva a ocurrir?	NO	✓
24	Ante varias situaciones de error, ¿la interfaz del mensaje de error se mantiene consistente?	SI	✓
25	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema indica el tipo de información que se espera en cada uno de los campos?	SI	✓
26	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema indica cuales de sus campos son obligatorios?	SI	✓
27	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema permite ingresar un tipo de información que difiere con el esperado en un campo? (Ej: El sistema permite ingresar letras en un campo DNI)	SI	✓
28	A la hora de completar un formulario, ¿existe información precargada en alguno de sus campos? (Ej: El campo pais posee una lista desplegable con los diferentes paises)	SI	✓
29	En cada sección del sistema, ¿se brinda una pequeña ayuda sobre las acciones que el usuario puede realizar?	SI	✓
30	¿El sistema posee una sección de ayuda? (Ej: Manual de usuario)	SI	✓
31	¿El sistema posee una sección de preguntas frecuentes?	SI	✓
32	Al utilizar la ayuda provista por el sistema, ¿Se pudo resolver la inquietud exitosamente?	SI	✓
33	¿El sistema provee un acceso rápido a la ayuda?	SI	✓

Mediciones

Seleccione una característica:

Seguridad

Responda las siguientes preguntas asociadas a la característica **Seguridad**:

Número	Pregunta	Respuesta	Estado
1	¿Se requiere que la contraseña posea al menos 8 caracteres?	NO	✓
2	¿Se requiere que la contraseña posea letras mayúsculas y minúsculas?	SI	✓
3	¿Se requiere que la contraseña posea números y letras?	SI	✓
4	¿Se requiere que la contraseña posea caracteres especiales?	NO	✓
5	¿El sistema utiliza conexión segura mediante HTTPS?	SI	✓
6	¿La base de datos posee los datos encriptados?	SI	✓
7	¿El sistema permite acceder a funcionalidades en las cuales no se tiene permiso?	NO	✓
8	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso a la base de datos?	NO	✓

	9	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso al código del servidor de la aplicación?	NO	✓																													
	10	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor físico?	NO	✓																													
	11	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor remoto?	NO	✓																													
	12	¿El sistema posee redireccionamientos hacia sitios no seguros?	NO	✓																													
	13	¿El sistema solicita una confirmación de registro mediante un mail a la hora de registrarse?	NO	✓																													
	14	¿El sistema posee un historial de acciones realizadas?	NO	✓																													
	15	¿El sistema da aviso cuando se es accedido desde una ubicación desconocida?	NO	✓																													
	16	¿El sistema guarda un registro de fecha y hora de ingreso al mismo?	SI	✓																													
	17	¿El sistema registra el tipo de navegador y sistema de operación utilizado para ingresar al sitio?	NO	✓																													
	18	¿El sistema registra la dirección IP desde la cual se ingresa al sitio?	NO	✓																													
	19	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante un certificado digital?	NO	✓																													
	20	¿El sistema posee un sistema de verificación en dos pasos?	NO	✓																													
	21	¿Es requerida una clave de segundo nivel para el ingreso al sistema?	NO	✓																													
	22	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante datos biométricos?	NO	✓																													
	23	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante tarjeta de coordenadas?	NO	✓																													
	24	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante credenciales?	NO	✓																													
	25	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante una firma electrónica?	NO	✓																													
	Sistema B	<h2>Mediciones</h2> <hr/> <p>Seleccione una característica:</p> <p>Portabilidad</p> <hr/> <p>Responda las siguientes preguntas asociadas a la característica Portabilidad:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Pregunta</th> <th>Respuesta</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>¿El sistema posee una aplicación móvil?</td> <td>NO</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>¿El sistema funciona correctamente en diferentes computadoras con diferentes características?</td> <td>SI</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>¿El sistema se utiliza correctamente en un navegador de una tablet?</td> <td>SI</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>¿El sistema puede ser utilizado en dispositivos con cualquier sistema operativo?</td> <td>SI</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>¿El sistema funciona correctamente en cualquier navegador de internet?</td> <td>SI</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>¿El sistema funciona correctamente en el navegador de un dispositivo móvil?</td> <td>SI</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>				Número	Pregunta	Respuesta	Estado	1	¿El sistema posee una aplicación móvil?	NO	✓	2	¿El sistema funciona correctamente en diferentes computadoras con diferentes características?	SI	✓	3	¿El sistema se utiliza correctamente en un navegador de una tablet?	SI	✓	4	¿El sistema puede ser utilizado en dispositivos con cualquier sistema operativo?	SI	✓	5	¿El sistema funciona correctamente en cualquier navegador de internet?	SI	✓	6	¿El sistema funciona correctamente en el navegador de un dispositivo móvil?	SI	✓
		Número	Pregunta	Respuesta	Estado																												
		1	¿El sistema posee una aplicación móvil?	NO	✓																												
		2	¿El sistema funciona correctamente en diferentes computadoras con diferentes características?	SI	✓																												
		3	¿El sistema se utiliza correctamente en un navegador de una tablet?	SI	✓																												
		4	¿El sistema puede ser utilizado en dispositivos con cualquier sistema operativo?	SI	✓																												
		5	¿El sistema funciona correctamente en cualquier navegador de internet?	SI	✓																												
	6	¿El sistema funciona correctamente en el navegador de un dispositivo móvil?	SI	✓																													

Mediciones

Seleccione una característica:

Compatibilidad

Responda las siguientes preguntas asociadas a la característica **Compatibilidad**:

Número	Pregunta	Respuesta	Estado
1	¿Es posible utilizar los recursos de la computadora por otros sistemas mientras se utiliza el sistema?	SI	✓
2	¿Es posible ejecutar el sistema si se están ejecutando otros?	SI	✓
3	¿Se producen errores inesperados al ejecutar el sistema cuando hay otros ejecutándose?	NO	✓
4	¿El sistema permite intercambiar información con otros sistemas?	SI	✓
5	¿Es posible utilizar información brindada por otro sistema?	NO	✓
6	¿La información del sistema puede ser utilizada por otro sistema?	SI	✓
7	¿Se producen errores de algún tipo al intentar utilizar información compartida con otros sistemas?	NO	✓
8	¿La funcionalidad del sistema se ve alterada por el uso de otro sistema al mismo tiempo?	NO	✓

Mediciones

Seleccione una característica:

Seguridad

Responda las siguientes preguntas asociadas a la característica **Seguridad**:

Número	Pregunta	Respuesta	Estado
1	¿Se requiere que la contraseña posea al menos 8 caracteres?	NO	✓
2	¿Se requiere que la contraseña posea letras mayúsculas y minúsculas?	NO	✓
3	¿Se requiere que la contraseña posea números y letras?	NO	✓
4	¿Se requiere que la contraseña posea caracteres especiales?	NO	✓
5	¿El sistema utiliza conexión segura mediante HTTPS?	SI	✓
6	¿La base de datos posee los datos encriptados?	SI	✓
7	¿El sistema permite acceder a funcionalidades en las cuales no se tiene permiso?	NO	✓
8	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso a la base de datos?	NO	✓
9	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso al código del servidor de la aplicación?	NO	✓

10	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor físico?	NO	✓
11	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor remoto?	NO	✓
12	¿El sistema posee redireccionamientos hacia sitios no seguros?	NO	✓
13	¿El sistema solicita una confirmación de registro mediante un mail a la hora de registrarse?	SI	✓
14	¿El sistema permite que cualquier persona pueda modificar la base de datos?	NO	✓
15	¿El sistema permite que cualquier persona pueda modificar el código del servidor de la aplicación?	NO	✓
16	¿El sistema permite inyecciones SQL?	NO	✓
17	¿El sistema posee un historial de acciones realizadas?	NO	✓
18	¿El sistema posee algoritmos de cifrado de datos?	SI	✓
19	¿El sistema posee un mecanismo criptográfico, como firma digital?	NO	✓
20	¿El sistema solicita confirmación a la hora de realizar una acción?	SI	✓
21	¿El sistema posee una protección con certificados SSL?	SI	✓
22	¿El sistema da aviso cuando se es accedido desde una ubicación desconocida?	NO	✓
23	¿El sistema informa vía mail las operaciones realizadas?	SI	✓
24	¿El sistema guarda un registro de fecha y hora de ingreso al mismo?	SI	✓
25	¿El sistema registra el tipo de navegador y sistema de operación utilizado para ingresar al sitio?	NO	✓
26	¿El sistema registra la dirección IP desde la cual se ingresa al sitio?	NO	✓
27	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante un certificado digital?	NO	✓
28	¿El sistema posee un sistema de verificación en dos pasos?	NO	✓
29	¿Es requerida una clave de segundo nivel para el ingreso al sistema?	NO	✓
30	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante datos biométricos?	NO	✓
31	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante tarjeta de coordenadas?	NO	✓
32	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante credenciales?	NO	✓
33	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante una firma electrónica?	NO	✓

Tabla 13 - Mediciones en Sistema A y Sistema B

5.2.11 Informe de la evaluación

Por último, luego de contestadas todas las preguntas, los usuarios tienen acceso a la sección que se muestra en la Tabla 14, desde donde se les brinda la posibilidad de generar los informes con los resultados obtenidos. Los mismos pueden observarse en el Anexo IV.

<p>Sistema A</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">Informe de la evaluación</h3> <hr/> <p>Para generar el informe de la evaluación con los resultados obtenidos, haga clic en el botón "Generar informe". Al generarlo, la evaluación se considerará finalizada.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Generar informe </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">El informe generado puede observarse en el Anexo IV-I.</p>
<p>Sistema B</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">Informe de la evaluación</h3> <hr/> <p>Para generar el informe de la evaluación con los resultados obtenidos, haga clic en el botón "Generar informe". Al generarlo, la evaluación se considerará finalizada.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Generar informe </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">El informe generado puede observarse en el Anexo IV-II.</p>

Tabla 14 - Informe de la evaluación en Sistema A y Sistema B

5.2.12 Feedback de la evaluación

Luego de generado el informe y de observados los resultados, el usuario que evaluó el **Sistema A** decidió indicar un feedback para la evaluación, como puede verse en la Tabla 15.

<p>Sistema A</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">Feedback de la evaluación</h3> <hr/> <p>Ingrese el feedback de la evaluación:</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que la característica Usabilidad se encuentra en un nivel aceptable en base a lo esperado. De todas formas, se debe hacer hincapié en la protección frente a errores de usuario; esto implica llevar a cabo un plan de mejora que incluya correcciones en los formularios del sitio web.</p> <p>En cuanto a la Seguridad, se esperaban mejores resultados a la hora de evaluar la Autenticidad. Desde la empresa se debería hacer hincapié en los factores de autenticación, adquiriendo el hardware necesario para facilitar dicha tarea. Los restantes resultados se encontraron dentro de los niveles esperados.</p> <p>Una vez aplicados los planes de mejoras, se deberá realizar una nueva evaluación para obtener los nuevos valores.</p> </div> </div>
-------------------------	---

Tabla 15 - Feedback de la evaluación en Sistema A

5.3 Conclusión

Se utilizó SEP en dos productos de software que se encuentran en funcionamiento. En el **Sistema A**, se evaluó la característica de *Usabilidad* con sus seis subcaracterísticas, obteniendo dos de ellas en el nivel de *Excede los Requerimientos*, tres dentro del nivel *Rango objetivo* y una en el nivel *Mínimamente aceptable*. Al haber evaluado todas las subcaracterísticas y según lo especificado en el criterio de decisión de la característica, la misma tomó un valor dentro del rango esperado, clasificándose así en el nivel *Rango objetivo*. De la característica *Seguridad* solo se evaluaron tres subcaracterísticas, obteniendo una de ellas en el nivel *Rango objetivo*, una *Mínimamente aceptable* y una *Inaceptable*.

En el **Sistema B**, se evaluó la característica de *Seguridad* con sus cinco subcaracterísticas. Se obtuvo una de ellas en el nivel *Excede los Requerimientos* y las cuatro restantes en el nivel *Rango objetivo*. Al haber evaluado todas las subcaracterísticas y según lo especificado en los criterios de decisión, la característica ha obtenido el nivel *Rango objetivo*. De la característica *Compatibilidad* se evaluaron sus dos subcaracterísticas, obteniendo una de ellas en el nivel *Excede los Requerimientos* y la otra en el nivel *Rango objetivo*. Al haber seleccionado todas las subcaracterísticas de la característica, el nivel obtenido para la misma es *Rango Objetivo*. De la característica *Portabilidad* solo se evaluó una de sus subcaracterísticas, encontrándose dentro del *Rango objetivo*.

Los informes generados en cada caso permitieron a los responsables de los sistemas generar puntos de mejoras en sus productos.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES

A lo largo de la tesina se realizó un análisis detallado de la familia ISO/IEC 25000 - SQuaRE (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*) y se manifestó la importancia de la aplicación de este tipo de normas en las organizaciones, con el fin de asegurar que el producto final sea de alta calidad. La familia posee numerosas partes, de las cuales se hizo hincapié en la ISO/IEC 25010 (*System and Software Quality Models*), ISO/IEC 25040 (*Evaluation Process*) e ISO/IEC 25023 (*Measurement of system and software product quality*); que proponen un proceso de evaluación con un modelo de calidad de producto basado en determinadas características del software, aplicando un conjunto de métricas estrictamente definidas. En los casos en que la evaluación no se realiza con el fin de obtener una certificación sino dentro de un plan de mejoras del producto, la complejidad en la realización de las mediciones (en particular si el interesado no es un experto en calidad) es una traba importante que desemboca en la NO realización del proceso de mejora. Para fomentar la utilización de este tipo de normas y como consecuencia los procesos de mejora, se buscaron técnicas alternativas para ejecutar las mediciones. Como una de las alternativas surgió la utilización de GQM.

GQM (*Goal, Question, Metric*) es un método orientado a lograr una métrica que mida cierto objetivo de una manera determinada a través de la utilización de preguntas. Proporciona una manera útil para definir mediciones tanto del proceso como de los resultados de un proyecto. Las preguntas ayudan a medir si se está alcanzando en forma exitosa la meta definida.

La propuesta para aplicar GQM consiste en establecer como objetivo de negocio la medición de las subcaracterísticas definidas en la norma ISO/IEC 25010. Se determina que cada subcaracterística tendrá asignada una métrica, y para cada una de ellas se identifica un objetivo propio, generando un conjunto de preguntas para satisfacerlos que se responden con valores "SI" o "NO". Las respuestas son combinadas de forma lógica generando los denominados Criterios de Evaluación (CE), estableciendo un puntaje que será un indicador al momento de definir las métricas.

Se desarrolló una herramienta denominada SEP (Sistema de Evaluación de Producto) para darle la posibilidad al usuario de realizar la evaluación de sus productos de forma autónoma, obteniendo un reporte detallado de los hallazgos detectados.

SEP permite llevar a cabo una evaluación de producto de software, basado en el modelo de calidad de producto de la ISO/IEC 25010 y adaptando el proceso de evaluación propuesto por la ISO/IEC 25040, a través de la medición de diferentes características seleccionadas por el usuario, en base a un propósito definido.

Posee una interfaz sencilla de utilizar, compuesta por diferentes secciones y subítems encargados de representar cada uno de los pasos de la evaluación (guiados por la norma ISO/IEC 25040). Una persona interesada en realizar una evaluación deberá completar las diferentes secciones presentadas en el sistema, tales como "Establecer el propósito de la evaluación", indicando el propósito, seleccionando las características a evaluar, la fase en la que se encuentra el producto y el impacto de los diferentes riesgos a contemplar; "Especificar la evaluación", seleccionando las subcaracterísticas de interés para el evaluador y estableciendo los diferentes criterios de decisión, tanto para las subcaracterísticas como para las características; "Diseñar la evaluación", indicando el plan de tareas a llevar a cabo para la ejecución; y "Ejecutar la evaluación", respondiendo con "SI" o "NO" a las diferentes preguntas presentadas por el sistema según las características seleccionadas. Finalmente, en la sección "Concluir la evaluación" el sistema brindará un informe detallado de lo especificado en la evaluación, las mediciones realizadas y los resultados obtenidos, datos de interés para el evaluador.

Se solicitó a dos líderes de proyecto de software, interesados en mejorar sus productos, que utilizaran SEP. Cada uno de ellos realizó la evaluación siguiendo la serie de pasos definida anteriormente. Se comenzó por definir el propósito de la misma, seleccionando las características a evaluar y posteriormente respondiendo las preguntas que fueron solicitadas por el sistema. Como resultado, han obtenido un informe con los puntos a mejorar. En algunos casos, los líderes manifestaron que sabían que tenían algún tipo de debilidad en alguna de las características evaluadas y en otras se vieron sorprendidos al no obtener los valores que se esperaban, detectando de esta manera los puntos donde pueden mejorar sus productos.

Como conclusión, se desarrolló una herramienta que asiste al proceso de evaluación de un producto de software, que servirá de guía para personas poco experimentadas en el área de calidad de software y que se encuentran interesadas en realizar una evaluación de su producto de software.

Como trabajo futuro con respecto a la investigación, se propone ampliar el asistente para la evaluación de producto de software desarrollado incorporando las métricas definidas en las normas ISO/IEC 25022 (*Measurement of quality in use*) e ISO/IEC 25024 (*Measurement of data quality*). En cuanto al desarrollo de SEP, se planea refinar el ingreso de los datos de entrada relacionados con el plan de actividades y dar la posibilidad al usuario de ampliar tanto el conjunto de preguntas como las características y/o subcaracterísticas a evaluar, según sus necesidades particulares.

CAPÍTULO 7 - REFERENCIAS

- [1] S. Esponda y P. Pesado, *Ambiente para la ayuda a la mejora de procesos en las PyMEs*, Tesis de Magister en Ingeniería de Software. Facultad de Informática, UNLP, 2013.
- [2] ISO, *ISO/IEC 25000:2014. Systems and Software Engineering. Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*, 2014.
- [3] IRAM y ISO, *IRAM-ISO/IEC 9126-1. Information technology. Software engineering. Product quality. Part 1 - Quality model*, 2009.
- [4] IRAM y ISO, *IRAM-ISO/IEC 14598-1. Information technology. Software engineering. Software product evaluation. Part 1: General overview*, 2006.
- [5] ISO, *ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models*, 2011.
- [6] ISO, *ISO/IEC 25040:2011. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Evaluation process*, 2011.
- [7] ISO, *ISO/IEC 25023:2016. Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Measurement of system and software product quality*, 2016.
- [8] V. R. Basili, G. Caldiera y H. D. Rombach, *The Goal Question Metric approach*, Encyclopedia of Software Engineering - John Wiley & Sons, 1994.
- [9] R. S. Pressman, *Ingeniería de Software, un enfoque práctico. 7ma edición*, MCGRAW-HILL, 2010.
- [10] S. Esponda, A. Pasini, M. Boracchia, D. Diaz, P. Pesado y E. Estévez, *Normas y modelos de calidad para la mejora de productos y procesos de software, y de procesos de gestión*, XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC, 2015.
- [11] P. Roa, C. Morales y P. Gutierrez, *Norma ISO/IEC 25000*, Tecnología, Investigación y Academia - Vol 3 Nro 2., 2015.
- [12] M. G. Piattini, F. O. García y I. Caballero, *Calidad de Sistemas Informáticos*, Alfaomega. Ra-Ma, 2007.
- [13] I. Sommerville, *Ingeniería de Software. 9na edición*, Pearson, 2011.

- [14] Z. Meng, C. Zhang, B. Shen y W. Yin, *A GQM-based Approach for Software Process Patterns Recommendation*, The 29th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE), 2017.
- [15] R. Van Solingen y E. Berghout, *Improvement by goal-oriented measurement*, Proceedings of the European Software Engineering Process Group conference (E-SEPG), 1997.
- [16] C. Calero, M. A. Moraga y M. G. Piattini, *Calidad del producto y proceso software*, Alfaomega. Ra-Ma, 2010.
- [17] S. Esponda, A. Pasini, M. Boracchia, D. Díaz, J. Calabrese, P. Pesado y E. Estévez, *Aseguramiento de la calidad en productos, procesos de software y procesos de gestión para la mejora de las sociedades del conocimiento*, XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC, 2016.
- [18] P. G. Tello, *Evaluación de Calidad de un Producto de Software*, Tesina de grado de Licenciatura en Sistemas. Facultad de Informática, UNLP, 2016.
- [19] A. Pasini, S. Esponda, R. Muñoz, J. Calabrese, M. Boracchia y P. Pesado, *Assistant for the Evaluation of Software Product Quality Characteristics Proposed by ISO/IEC 25010 Based on GQM-Defined Metrics*, Communications in Computer and Information Science (CCIS) - Vol 790. Springer, 2017.
- [20] *Sitio Oficial de CodeIgniter*, <https://www.codeigniter.com/>.
- [21] *Librería URL Helper*,
https://www.codeigniter.com/userguide3/helpers/url_helper.html.
- [22] *Librería Database*, <https://www.codeigniter.com/userguide3/database/index.html>.
- [23] *Librería Form Validation*,
https://www.codeigniter.com/userguide3/libraries/form_validation.html.
- [24] *Librería Session*, <https://www.codeigniter.com/userguide3/libraries/sessions.html>.
- [25] *Sitio Oficial de PHP*, <http://www.php.net/>.
- [26] *Sitio Oficial de MySQL*, <http://www.mysql.com/>.
- [27] *Manual Oficial de MySQLi*, <http://php.net/manual/es/book.mysql.php>.
- [28] *Sitio Oficial de Bootstrap*, <http://www.getbootstrap.com/>.
- [29] *Sitio Oficial de FPDF*, <http://www.fpdf.org/>.
- [30] *Sitio Oficial de PDFlib*, <https://www.pdflib.com/>.

ANEXO I – PREGUNTAS

I. Preguntas utilizadas para la medición de la característica “Usabilidad”

ID	Preguntas de Usabilidad
U1	¿El sistema permite cambiar los colores del mismo para adecuarse a las necesidades de los usuarios?
U2	¿El sistema permite cambiar el tamaño de la letra de sus textos?
U3	¿El sistema está preparado para la lectura de pantalla con voz?
U4	¿El sistema presenta textos difíciles de comprender?
U5	¿El sistema posee textos con información irrelevante?
U6	¿El sistema posee palabras y/o textos con faltas ortográficas?
U7	¿El sistema permite deshacer una acción realizada?
U8	¿El sistema presenta textos escritos en diferentes idiomas?
U9	¿El sistema brinda la opción de cambiar el lenguaje del sitio a otro idioma?
U10	¿El sistema posee una interfaz amigable? (El sitio puede entenderse y usarse fácilmente)
U11	¿El sistema indica la sección en la que se encuentra el usuario?
U12	¿El sistema indica las secciones accedidas hasta el momento?
U13	¿El sistema posee más de un término para referirse a una misma acción? (Ej: Botón aceptar, botón confirmar, botón ok)
U14	¿El contenido de los listados del sistema se organiza en páginas?
U15	¿El sistema presenta consistencia de colores en todas sus secciones?
U16	¿El sistema posee errores visuales? (Ej: elementos solapados, menús desplegables sin funcionar, textos en lugares no destinados a ello, etc.)
U17	¿El sistema informa mediante un mensaje si una operación fue realizada con éxito/sin éxito?
U18	¿El sistema permite salir de alguna manera de cada sección? (Ej: Atrás, Cancelar, Salir, Volver)

U19	¿El sistema posee atajos de teclado para el acceso a las diferentes funcionalidades?
U20	¿El sistema posee íconos para el acceso a las diferentes funcionalidades?
U21	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente cómo solucionar el error ocurrido?
U22	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente el error ocurrido?
U23	Ante una situación de error, ¿el sistema explica claramente cómo prevenir que vuelva a ocurrir?
U24	Ante varias situaciones de error, ¿la interfaz del mensaje de error se mantiene consistente?
U25	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema indica el tipo de información que se espera en cada uno de los campos?
U26	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema indica cuáles de sus campos son obligatorios?
U27	A la hora de completar un formulario, ¿el sistema permite ingresar un tipo de información que difiere con el esperado en un campo? (Ej: El sistema permite ingresar letras en un campo DNI)
U28	A la hora de completar un formulario, ¿existe información precargada en alguno de sus campos? (Ej: El campo país posee una lista desplegable con los diferentes países)
U29	En cada sección del sistema, ¿se brinda una pequeña ayuda sobre las acciones que el usuario puede realizar?
U30	¿El sistema posee una sección de ayuda? (Ej: Manual de usuario)
U31	¿El sistema posee una sección de preguntas frecuentes?
U32	Al utilizar la ayuda provista por el sistema, ¿Se pudo resolver la inquietud exitosamente?
U33	¿El sistema provee un acceso rápido a la ayuda?

II. Preguntas utilizadas para la medición de la característica “Seguridad”

ID	Preguntas de Seguridad
S1	¿Se requiere que la contraseña posea al menos 8 caracteres?
S2	¿Se requiere que la contraseña posea letras mayúsculas y minúsculas?
S3	¿Se requiere que la contraseña posea números y letras?
S4	¿Se requiere que la contraseña posea caracteres especiales?
S5	¿El sistema utiliza conexión segura mediante HTTPS?
S6	¿La base de datos posee los datos encriptados?
S7	¿El sistema permite acceder a funcionalidades en las cuales no se tiene permiso?
S8	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso a la base de datos?
S9	¿El sistema permite que cualquier persona tenga acceso al código del servidor de la aplicación?
S10	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor físico?
S11	¿Cualquier persona tiene acceso al servidor remoto?
S12	¿El sistema posee redireccionamientos hacia sitios no seguros?
S13	¿El sistema solicita una confirmación de registro mediante un mail a la hora de registrarse?
S14	¿El sistema permite que cualquier persona pueda modificar la base de datos?
S15	¿El sistema permite que cualquier persona pueda modificar el código del servidor de la aplicación?
S16	¿El sistema permite inyecciones SQL?
S17	¿El sistema posee un historial de acciones realizadas?
S18	¿El sistema posee algoritmos de cifrado de datos?
S19	¿El sistema posee un mecanismo criptográfico, como firma digital?
S20	¿El sistema solicita confirmación a la hora de realizar una acción?
S21	¿El sistema posee una protección con certificados SSL?
S22	¿El sistema da aviso cuando se es accedido desde una ubicación desconocida?
S23	¿El sistema informa vía mail las operaciones realizadas?

S24	¿El sistema guarda un registro de fecha y hora de ingreso al mismo?
S25	¿El sistema registra el tipo de navegador y sistema de operación utilizado para ingresar al sitio?
S26	¿El sistema registra la dirección IP desde la cual se ingresa al sitio?
S27	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante un certificado digital?
S28	¿El sistema posee un sistema de verificación en dos pasos?
S29	¿Es requerida una clave de segundo nivel para el ingreso al sistema?
S30	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante datos biométricos?
S31	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante tarjeta de coordenadas?
S32	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante credenciales?
S33	¿El sistema realiza una comprobación de identidad mediante una firma electrónica?

III. Preguntas utilizadas para la medición de la característica “Portabilidad”

ID	Preguntas de Portabilidad
P1	¿El sistema posee una aplicación móvil?
P2	¿El sistema funciona correctamente en diferentes computadoras con diferentes características?
P3	¿El sistema se utiliza correctamente en un navegador de una tablet?
P4	¿El sistema puede ser utilizado en dispositivos con cualquier sistema operativo?
P5	¿El sistema funciona correctamente en cualquier navegador de internet?
P6	¿El sistema funciona correctamente en el navegador de un dispositivo móvil?

IV. Preguntas utilizadas para la medición de la característica “Compatibilidad”

ID	Preguntas de Compatibilidad
----	-----------------------------

C1	¿Es posible utilizar los recursos de la computadora por otros sistemas mientras se utiliza el sistema?
C2	¿Es posible ejecutar el sistema si se están ejecutando otros?
C3	¿Se producen errores inesperados al ejecutar el sistema cuando hay otros ejecutándose?
C4	¿El sistema permite intercambiar información con otros sistemas?
C5	¿Es posible utilizar información brindada por otro sistema?
C6	¿La información del sistema puede ser utilizada por otro sistema?
C7	¿Se producen errores de algún tipo al intentar utilizar información compartida con otros sistemas?
C8	¿La funcionalidad del sistema se ve alterada por el uso de otro sistema al mismo tiempo?

ANEXO II – CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)

I. Criterios de Evaluación utilizados para la medición de la característica “Usabilidad”

Subcaracterística	ID	Nombre del CE	Fórmula	Puntaje
Accesibilidad	U-AC1	Accesibilidad para usuarios con dificultad visual	$U3 = V$	0.5
			$U3 \& (U1 U2) = V$	0.75
			$(U1 U2) \& \neg(U3) = V$	0.25
			$U1 \& U2 \& U3 = V$	1
	U-AC2	Atajos desde teclado	$U19 = V$	1
	U-AC3	Manejo de idiomas	$\neg(U8) \& U9 = V$	1
$\neg(U8) U9 = V$			0.75	
Aprendizaje	U-AP4	Contexto del usuario en el sitio	$U11 = V$	0.75
			$U12 = V$	0.5
			$U11 \& U12$	1
	U-AP5	Acceso a la ayuda	$U30 U31 U29 = V$	1
	U-AP6	Prevención de errores de formularios (Campos en blanco)	$U26 = V$	1
	U-AP7	Prevención de errores de formularios (Tipos de datos)	$U25 \& \neg U27 \& U28 = V$	1
			$\neg U27 \& U28 = V$	0.75
			$(\neg U27 U28) = V$	0.5
			$U25 = V$	0.25
	U-AP8	Manejo de errores	$U21 \& U22 \& U23 = V$	1
$U21 \& U22 = V$			0.75	

			$U_{21} \mid U_{22} = V$	0.5
Estética	U-E9	Errores visuales	$U_{16} = F$	1
	U-E10	Interfaz amigable y paginado	$U_{10} \& U_{14} = V$	1
			$U_{10} = V$	0.75
			$U_{14} = V$	0.25
	U-E11	Consistencia de Interfaz	$(\neg(U_{13}) \& (U_{15})) \mid U_{24} = V$	1
			$(\neg(U_{13}) \mid (U_{15})) = V$	0.5
			$U_{24} \& (U_{13} \& (\neg(U_{15}))) = V$	0.25
	U-E12	Colores y formas	$U_{15} \& U_{18} \& U_{33} = V$	1
			$U_{15} \& (U_{18} \mid U_{33}) = V$	0.75
			$U_{15} = V$	0.5
			$U_{18} \mid U_{33} = V$	0.25
	U-E13	Apariencia física	$\neg U_4 \& \neg U_5 \& \neg U_6 = V$	1
Inteligibilidad	U-I14	Acceso a la ayuda	$U_{33} = V$	1
	U-I15	Uso de la ayuda	$(U_{30} \mid U_{31} \mid U_{29}) \& U_{32} = V$	1
	U-I16	Manejo de formularios	$U_{25} \mid \neg U_{27} \mid U_{28} = V$	1
Operabilidad	U-O17	Sección de ayuda	$(U_{30} \mid U_{31} \mid U_{29}) \& U_{33} = V$	1
			$U_{30} \mid U_{31} \mid U_{29} = V$	0.75
	U-O18	Atajos	$U_{18} \& U_{19} \& U_{20} = V$	1
			$U_{18} \mid U_{19} \mid U_{20} = V$	0.5
	U-O19	Consistencia de Interfaz	$(\neg(U_{13}) \& (U_{15})) \mid U_{24} = V$	1

			$(\neg(U13) \mid (U15)) = V$	0.5
			$U24 \& (U13 \& (\neg(U15))) = V$	0.25
	U-O20	Avisos	$(U11 \mid U12) \& U17=V$	1
			$U17 = V$	0.75
			$U11 \mid U12 = V$	0.5
	U-O21	Apariencia física	$\neg U4 \& \neg U5 \& \neg U6 = V$	1
	U-O22	Interfaz amigable	$U10 = V$	1
U-O23	Deshacer	$U7 = V$	1	
Protección frente a errores de usuario	U-P24	Prevención de reincidencia de error	$U23 = V$	1
	U-P25	Prevención de errores de formularios (Tipos de datos)	$U25 \& \neg U27 \& U28 = V$	1
			$\neg U27 \& U28 = V$	0.75
			$(\neg U27 \mid U28) = V$	0.5
			$U25 = V$	0.25
	U-P26	Prevención de errores de formularios (Campos en blanco)	$U26 = V$	1
	U-P27	Manejo de errores	$U21 \& U22 \& U23 = V$	1
			$U21 \& U22 = V$	0.75
			$U21 \mid U22 = V$	0.5

II. Criterios de Evaluación utilizados para la medición de la característica “Seguridad”

Subcaracterística	ID	Nombre del CE	Fórmula	Puntaje
Confidencialidad	S-C1	Conexiones seguras	$S5 \ \& \ \neg S12 = V$	1
	S-C2	Control de acceso	$S7 \ \ S8 \ \ S9 \ \ S10 \ \ S11 = F$	1
	S-C3	Encriptación de datos	$S6 = V$	1
	S-C4	Contraseña	$S1 \ \ S2 \ \ S3 \ \ S4 = F$	0
			$S1 \ \ S2 \ \ S3 \ \ S4 = V$	0.5
			$S1 \ \& \ S2 \ \& \ S3 \ \& \ S4 = V$	1
Integridad	S-I5	Prevención de accesos	$S7 \ \ S8 \ \ S9 \ \ S16 = F$	1
	S-I6	Prevención de modificaciones	$S14 \ \ S15 = F$	1
	S-I7	Confirmación de datos	$S13 = V$	1
No-Repudio	S-NR8	Operaciones realizadas	$S17 \ \ S23 = V$	1
	S-NR9	Mecanismos de cifrado	$S18 \ \ S19 \ \ S21 = V$	1
	S-NR10	Confirmación de acciones	$S20 = V$	1
	S-NR11	Registro de ubicación	$S22 = V$	1
Responsabilidad	S-R12	Registro de acciones y datos	$S17 \ \ S24 \ \ S25 \ \ S26 = V$	1
	S-R13	Control de ubicación	$S22 = V$	1
Autenticidad	S-A14	Comprobación de identidad	$S27 \ \ S30 \ \ S31 \ \ S32 \ \ S33 = V$	1
	S-A15	Comprobaciones adicionales	$S28 \ \ S29 \ \ S13 = V$	1

III. Criterios de Evaluación utilizados para la medición de la característica “Portabilidad”

Subcaracterística	ID	Nombre del CE	Fórmula	Puntaje
-------------------	----	---------------	---------	---------

Adaptabilidad	P-A1	Web Responsive	P3 & P6 = V	1
			P3 P6 = V	0.5
	P-A2	Aplicación Móvil	P1 = V	1
	P-A3	Adaptación al Hardware	P2 = V	1
	P-A4	Adaptación al Software	P4 & P5 = V	1
			P4 P5 = V	0.75

IV. Criterios de Evaluación utilizados para la medición de la característica “Compatibilidad”

Subcaracterística	ID	Nombre del CE	Fórmula	Puntaje
Coexistencia	C-C1	Coexistencia entre sistemas	C2 = F	0
			C2 & ¬C8 = V	1
			C2 & C8 = V	0.25
	C-C2	Utilización de recursos	C1 = V	1
	C-C3	Errores inesperados	C3 = V	1
Interoperabilidad	C-I4	Intercambio de información	C4 = F	0
			C4 & C5 & C6 = V	1
			(C4 & C5) (C4 & C6) = V	0.75
	C-I5	Errores inesperados	C7 = F	1

ANEXO III - MÉTRICAS

I. Métricas utilizadas para la medición de la característica “Usabilidad”

Métrica: Inteligibilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Aprendizaje

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario aprender su aplicación?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Operabilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario operarlo y controlarlo con facilidad?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Protección frente a errores de usuario

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de proteger a los usuarios de hacer errores?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Estética

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de agradar y satisfacer la interacción con el usuario mediante su interfaz?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Accesibilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

II. Métricas utilizadas para la medición de la característica “Seguridad”

Métrica: Confidencialidad

Propósito: ¿Cuán eficiente es el sistema a la hora de proteger el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Integridad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema a la hora de prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: No repudio

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Autenticidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Responsabilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

III. Métricas utilizadas para la medición de la característica “Portabilidad”

Métrica: Adaptabilidad

Propósito: ¿Cuán adaptable es el producto a diferentes entornos de hardware, software, operacionales o de uso?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

IV. Métricas utilizadas para la medición de la característica “Compatibilidad”

Métrica: Coexistencia

Propósito: ¿Cuán capaz es el producto de coexistir con otro software, en un entorno común y compartiendo recursos?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Interoperabilidad

Propósito: ¿Cuán capaces son dos o más sistemas de intercambiar información y utilizarla?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

ANEXO IV - INFORMES

I. Evaluación de producto: Sistema A

Descripción

Entorno virtual de Enseñanza y Aprendizaje orientado al diseño y creación de cursos en la web. Permite mediar una propuesta educativa, de manera flexible, acorde a las necesidades del docente. Está orientado principalmente a instituciones de Educación Superior. Permite dentro de un curso trabajar con una serie de áreas que contienen herramientas.

Cada área tiene una intencionalidad pedagógica particular. Atiende a los distintos componentes de cursos en modalidades a distancia como son: la comunicación, la publicación de contenidos, el seguimiento de las tareas de los alumnos y de los docentes, la evaluación, el trabajo colaborativo, entre otros.

1. REQUISITOS DE LA EVALUACIÓN

Propósito

El propósito de la evaluación es medir la vulnerabilidad del sistema ante diferentes ataques que puedan surgir hacia los datos y hacia la privacidad del usuario. Asimismo, se desea analizar las operaciones realizadas por los usuarios en el entorno para evitar cualquier tipo de acción indebida.

Por otro lado, se busca determinar si el sistema puede ser entendido, aprendido y usado por cualquier tipo de usuario.

Características

Las características seleccionadas para la evaluación son *Usabilidad - Seguridad*.

Fase en la que se encuentra el producto

Producto final.

Rigor de la evaluación

La siguiente tabla indica el rigor de la evaluación bajo diferentes aspectos.

Aspecto de seguridad física	Aspecto económico	Aspecto de seguridad de acceso
N/A	D: Pérdidas económicas insignificantes	C: Riesgo de protección de datos

2. ESPECIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN

Métricas

En base a las características y subcaracterísticas elegidas, las métricas a evaluar son:

Característica Usabilidad

Métrica: Inteligibilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Aprendizaje

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario aprender su aplicación?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Operabilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir al usuario operarlo y controlarlo con facilidad?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Protección frente a errores de usuario

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de proteger a los usuarios de hacer errores?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Estética

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de agradar y satisfacer la interacción con el usuario mediante su interfaz?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Accesibilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de permitir que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Característica Seguridad**Métrica:** Confidencialidad

Propósito: ¿Cuán eficiente es el sistema a la hora de proteger el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Autenticidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Responsabilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los

puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Para cada una de las subcaracterísticas, se estableció el siguiente criterio de decisión:

Característica Usabilidad

Subcaracterística	Inaceptable	Mín. aceptable	Rango objetivo	Excede los req.
Inteligibilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.80	0.81 - 1.00
Aprendizaje	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00
Operabilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00
Protección frente a errores de usuario	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00
Estética	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00
Accesibilidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.40	0.41 - 0.80	0.81 - 1.00

Característica Seguridad

Subcaracterística	Inaceptable	Mín. aceptable	Rango objetivo	Excede los req.
Confidencialidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00
Autenticidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.90	0.91 - 1.00
Responsabilidad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.90	0.91 - 1.00

Criterios de decisión de las características

Característica Usabilidad

	Inteligibilidad	Aprendizaje	Operabilidad	Prot. errores usuario	Estética	Accesibilidad
Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Mín. Aceptable	Rango objetivo	Rango objetivo	Rango objetivo	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable
Aceptable	Rango objetivo	Rango objetivo	Rango objetivo	Mín. Aceptable	Rango objetivo	Rango objetivo
Excede los req.	Excede los req.	Excede los req.	Excede los req.	Rango objetivo	Rango objetivo	Rango objetivo

3. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN

Plan de actividades

Para llevar a cabo la evaluación, una persona con conocimientos del sistema será la encargada de responder un conjunto de preguntas con SI/NO, correspondientes a las subcaracterísticas elegidas.

En base a esto y a lo definido en la especificación de la evaluación se obtienen automáticamente los valores de las subcaracterísticas.

4. EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN

Resultados

Se llevó a cabo la ejecución de la evaluación, en la cual se respondieron las diferentes preguntas presentadas por el sistema. Las respuestas fueron analizadas, obteniendo los siguientes resultados:

Característica Usabilidad

Subcaracterística: Inteligibilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Acceso a la ayuda	1	1	-
Uso de la ayuda	1	1	-
Manejo de formularios	1	1	-
Total	3	3	1 (Excede los requerimientos)

Subcaracterística: Aprendizaje

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Contexto del usuario en el sitio	1	1	-
Acceso a la ayuda	1	1	-
Prevención de errores de formulario (Campos en blanco)	1	1	-
Prevención de errores de formulario (Tipos de datos)	0.5	1	-
Manejo de errores	0	1	-
Total	3.5	5	0.7 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Operabilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Sección de ayuda	1	1	-
Atajos	0.5	1	-
Consistencia de interfaz	1	1	-
Avisos	1	1	-
Apariencia física	1	1	-
Interfaz amigable	1	1	-
Deshacer	0	1	-
Total	5.5	7	0.785714 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Protección frente a errores de usuario

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Prevención de reincidencia de error	0	1	-
Prevención de errores de formulario (Tipos de datos)	0.5	1	-
Prevención de errores de formulario (Campos en blanco)	1	1	-
Manejo de errores	0	1	-
Total	1.5	4	0.375 (Minimamente aceptable)

Subcaracterística: Estética

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Errores visuales	1	1	-
Interfaz amigable y paginado	1	1	-
Consistencia de interfaz	1	1	-
Colores y formas	1	1	-
Apariencia física	1	1	-
Total	5	5	1 (Excede los requerimientos)

Subcaracterística: Accesibilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Accesibilidad para usuarios con dificultad visual	0.5	1	-
Atajos desde teclado	0	1	-
Manejo de idiomas	1	1	-
Total	1.5	3	0.5 (Rango Objetivo)

- Al haber seleccionado todas las subcaracterísticas de **Usabilidad**, el nivel obtenido para dicha característica es **Rango Objetivo**

Característica Seguridad

Subcaracterística: Confidencialidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Conexiones seguras	1	1	-
Control de acceso	1	1	-
Encriptación de datos	1	1	-
Contraseña	0.5	1	-
Total	3.5	4	0.875 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Autenticidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Comprobación de identidad	0	1	-
Comprobaciones adicionales	0	1	-
Total	0	2	0 (Inaceptable)

Subcaracterística: Responsabilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Registro de acciones y datos	1	1	-
Control de ubicación	0	1	-
Total	1	2	0.5 (Minimamente aceptable)

- Al no haber seleccionado todas las subcaracterísticas de **Seguridad**, no es posible obtener un nivel para la característica completa.

5. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN

Feedback de la evaluación

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que la característica de Usabilidad se encuentra en un nivel aceptable en base a lo esperado. De todas formas, se debe hacer hincapié en la protección frente a errores de usuario; esto implica llevar a cabo un plan de mejora que incluya correcciones en los formularios del sitio web.

En cuanto a la Seguridad, se esperaban mejores resultados a la hora de evaluar la Autenticidad. Desde la empresa se debería hacer hincapié en los factores de autenticación, adquiriendo el hardware necesario para facilitar dicha tarea. Los restantes resultados se encontraron dentro de los niveles esperados.

Una vez aplicados los planes de mejoras, se deberá realizar una nueva evaluación para obtener los nuevos valores.

II. Evaluación de producto: Sistema B

Descripción

Sistema encargado de representar las acciones de un docente para crear y mantener un ambiente de aprendizaje. Es fundamental que el mismo conozca un conjunto de estrategias, que van desde la distribución física de la sala, la presencia de normas y procedimientos de funcionamiento, el tipo de relaciones que se establecen con los alumnos, entre otras.

1. REQUISITOS DE LA EVALUACIÓN

Propósito

El propósito es medir la efectividad del sistema a la hora de usarlo en diferentes ambientes con diferentes características. Además, se busca determinar si el sistema puede funcionar simultáneamente con otro, e intercambiar datos entre ellos. Por último, se desea analizar qué tan robusto es el producto en cuanto a la seguridad del mismo.

Características

Las características seleccionadas para la evaluación son *Compatibilidad - Seguridad - Portabilidad*.

Fase en la que se encuentra el producto

Producto final.

Rigor de la evaluación

La siguiente tabla indica el rigor de la evaluación bajo diferentes aspectos.

Aspecto de seguridad física	Aspecto económico	Aspecto de seguridad de acceso
D: Pequeños daños materiales. No hay riesgo para las personas.	N/A	D: No se identifican riesgos

2. ESPECIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN

Métricas

En base a las características y subcaracterísticas elegidas, las métricas a evaluar son:

Característica Compatibilidad

Métrica: Coexistencia

Propósito: ¿Cuán capaz es el producto de coexistir con otro software, en un entorno común y compartiendo recursos?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Interoperabilidad

Propósito: ¿Cuán capaces son dos o más sistemas de intercambiar información y utilizarla?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Característica Seguridad

Métrica: Confidencialidad

Propósito: ¿Cuán eficiente es el sistema a la hora de proteger el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Integridad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema a la hora de prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: No repudio

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Autenticidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Métrica: Responsabilidad

Propósito: ¿Cuán capaz es el sistema de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Característica Portabilidad

Métrica: Adaptabilidad

Propósito: ¿Cuán adaptable es el producto a diferentes entornos de hardware, software, operacionales o de uso?

Método de aplicación: Contestar las preguntas de los criterios de evaluación correspondientes a la subcaracterística y calcular la puntuación obtenida, sumando los puntajes de los criterios de evaluación que cumplan con la meta esperada. Puntaje total hace referencia al máximo puntaje que se puede obtener.

Entradas: A = Puntaje obtenido. B = Puntaje total.

Fórmula: $X = A/B$

Criterios de decisión de las subcaracterísticas

Para cada una de las subcaracterísticas, se estableció el siguiente criterio de decisión:

Característica Compatibilidad

Subcaracterística	Inaceptable	Mín. aceptable	Rango objetivo	Excede los req.
Coexistencia	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00
Interoperabilidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00

Característica Seguridad

Subcaracterística	Inaceptable	Mín. aceptable	Rango objetivo	Excede los req.
Confidencialidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.80	0.81 - 1.00
Integridad	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00
No repudio	0.00 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	0.81 - 1.00
Autenticidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.70	0.71 - 1.00
Responsabilidad	0.00 - 0.10	0.11 - 0.30	0.31 - 0.70	0.71 - 1.00

Característica Portabilidad

Subcaracterística	Inaceptable	Mín. aceptable	Rango objetivo	Excede los req.
Adaptabilidad	0.00 - 0.30	0.31 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.00

Criterios de decisión de las características

Característica Compatibilidad

	Coexistencia	Interoperabilidad
Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Inaceptable
Aceptable	Rango objetivo	Mín. Aceptable
Excede los req.	Excede los req.	Rango objetivo

Característica Seguridad

	Confidencialidad	Integridad	No repudio	Autenticidad	Responsabilidad
Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable	Inaceptable
Aceptable	Rango objetivo	Rango objetivo	Rango objetivo	Mín. Aceptable	Mín. Aceptable
Excede los req.	Excede los req.	Excede los req.	Excede los req.	Rango objetivo	Rango objetivo

3. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN

Plan de actividades

Para llevar a cabo la evaluación, una persona con conocimientos del sistema será la encargada de responder un conjunto de preguntas con SI/NO, correspondientes a las subcaracterísticas elegidas.

En base a esto y a lo definido en la especificación de la evaluación se obtienen automáticamente los valores de las subcaracterísticas.

4. EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN

Resultados

Se llevó a cabo la ejecución de la evaluación, en la cual se respondieron las diferentes preguntas presentadas por el sistema. Las respuestas fueron analizadas, obteniendo los siguientes resultados:

Característica Compatibilidad

Subcaracterística: Coexistencia

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Utilización de recursos	1	1	-
Coexistencia entre sistemas	1	1	-
Errores inesperados	0	1	-
Total	2	3	0.666667 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Interoperabilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Intercambio de información	0.75	1	-
Errores inesperados	1	1	-
Total	1.75	2	0.875 (Excede los requerimientos)

- Al haber seleccionado todas las subcaracterísticas de **Compatibilidad**, el nivel obtenido para dicha característica es **Rango Objetivo**

Característica Seguridad

Subcaracterística: Confidencialidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Conexiones seguras	1	1	-
Control de acceso	1	1	-
Encriptación de datos	1	1	-
Contraseña	0	1	-
Total	3	4	0.75 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Integridad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Prevención de accesos	1	1	-
Prevención de modificaciones	1	1	-
Confirmación de datos	1	1	-
Total	3	3	1 (Excede los requerimientos)

Subcaracterística: No repudio

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Operaciones realizadas	1	1	-
Mecanismos de cifrado	1	1	-
Confirmación de acciones	1	1	-
Registro de ubicación	0	1	-
Total	3	4	0.75 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Autenticidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Comprobación de identidad	0	1	-
Comprobaciones adicionales	1	1	-
Total	1	2	0.5 (Rango Objetivo)

Subcaracterística: Responsabilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Registro de acciones y datos	1	1	-
Control de ubicación	0	1	-
Total	1	2	0.5 (Rango Objetivo)

- Al haber seleccionado todas las subcaracterísticas de **Seguridad**, el nivel obtenido para dicha característica es **Rango Objetivo**

Característica Portabilidad

Subcaracterística: Adaptabilidad

Criterio	Valor obtenido	Valor máximo	Subcaracterística
Web Responsive	1	1	-
Aplicación Móvil	0	1	-
Adaptación al Hardware	1	1	-
Adaptación al Software	1	1	-
Total	3	4	0.75 (Rango Objetivo)

- Al no haber seleccionado todas las subcaracterísticas de **Portabilidad**, no es posible obtener un nivel para la característica completa.

NOTA: Dicho informe se encuentra en modo de revisión por el evaluador. No se ha ingresado ningún feedback sobre los resultados obtenidos.