



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE COMPUTACIÓN

**Diseño de un modelo de indicadores para la gestión de requerimientos en
Calidad de Software basado en Business Intelligence**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTOR: Allan Livingston Veliz Moreno

TUTOR: Joe Frand Llerena Izquierdo Ing., Msc.

Guayaquil – Ecuador

2024

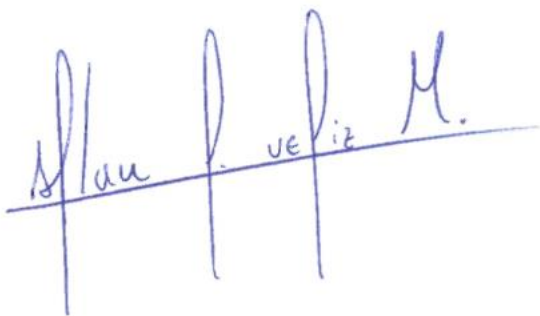
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Allan Livingston Veliz Moreno con documento de identificación N° 0930872007 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 9 de julio del 2024

Atentamente,



Allan Livingston Veliz Moreno
0930872007

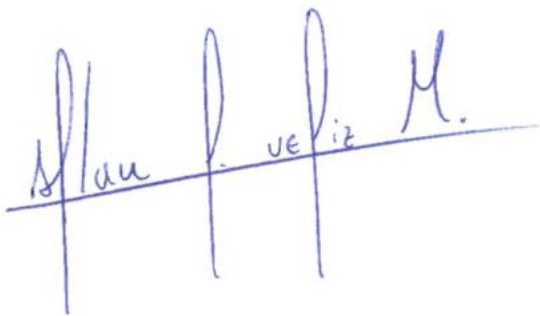
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Allan Livingston Veliz Moreno con documento de identificación N° 0930872007, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Diseño de un modelo de indicadores para la gestión de requerimientos en Calidad de Software basado en Business Intelligence”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de julio del 2024

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Allan P. Veliz M.", written over a horizontal line.

Allan Livingston Veliz Moreno

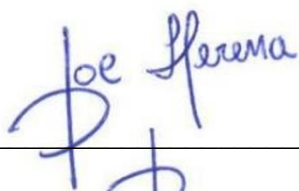
0930872007

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Diseño de un modelo de indicadores para la gestión de requerimientos en Calidad de Software basado en Business Intelligence, realizado por Allan Livingston Veliz Moreno con documento de identificación N° 0930872007, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de julio del 2024

Atentamente,



Joe Frand Llerena Izquierdo Ing., Msc.

0914884879

DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, dedico este artículo académico a mi madre, cuyo inquebrantable apoyo y bendiciones han sido el faro que ha iluminado mi camino hacia el éxito académico. Su constante presencia y amor han sido mi mayor fortaleza, guiándome con paciencia y ternura por la senda del bien. Es por ello por lo que, con humildad y reconocimiento, te entrego este trabajo como una ofrenda sincera en honor a tu dedicación y sacrificio.

Allan Livingston Veliz Moreno

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mi padre, cuya constante inspiración, apoyo y aliento han sido fundamentales en cada paso de mi trayectoria académica. Su inquebrantable confianza en mí y su ejemplo de perseverancia han sido una fuente de motivación inigualable. A través de sus sabias palabras y su amor incondicional, ha sido mi guía en los momentos más desafiantes. Este artículo académico es, en parte, un reflejo de su dedicación y sacrificio para brindarme las oportunidades que hoy tengo. Gracias, papá, por ser mi roca y mi mayor defensor. Te dedico este logro con todo mi corazón y con profunda gratitud.

Allan Livingston Veliz Moreno

RESUMEN

La calidad de software es una importante actividad o factor en el desarrollo de aplicaciones informáticas. Las pruebas de software aseguran la calidad y mejora. La evaluación de la calidad del software involucra el probar y evaluar cada componente de las aplicaciones informáticas mediante características cuantificables actuales, técnicas o puntos de referencia. El objetivo general es diseñar un modelo de indicadores para el seguimiento y control de las órdenes de cambio en el departamento de Calidad de Software basado en Business Intelligence. En la metodología se utiliza la investigación empírico-analítico, la investigación cuasi-experimental, la observación, la técnica descripción. Entre los resultados se obtuvieron 28 artículos científicos, que ayudaron a conocer los enfoques de calidad, atributos mediables, características de efectividad en los proyectos de calidad, y herramientas de software utilizadas en BI. Otro resultado es un modelo propuesto que se presenta en cuatro etapas: Extracción, Transformación, Carga y Aplicación BI. El modelo propone trece indicadores en calidad de software y cuatro dashboard para seguimiento. La evaluación de los 28 artículos revisados, presentaron como factor más alto de Efectividad a la Relación entre Resultados con 89%, y como factor más alto de ISO 25010 a la Adecuación Funcional con 93%. Mientras que, el modelo propuesto tiene un puntaje aceptable en Efectividad e ISO 25010. Se concluyó que el modelo tiene gran potencial para la adopción e implementación futura con la utilización de herramientas de gestión y análisis, esta investigación puede animar a los profesionales TI a utilizar el modelo de cuatro etapas, además puede ser adoptado o mejorado de acuerdo a la situación de sus empresas.

Palabras claves: Calidad de Software, Modelo de indicadores, Inteligencia de Negocios, ISO 25010.

ABSTRACT

Software quality is an important activity or factor in the development of computer applications. Software testing ensures quality and improvement. Software quality assessment involves testing and evaluating each component of computer applications using current quantifiable characteristics, techniques, or benchmarks. The general objective is to design a model of indicators for the management of Software Quality requirements based on Business Intelligence. The methodology uses empirical-analytical research, quasi-experimental research, observation, and description technique. Among the results, 28 scientific articles were obtained, which help to know the quality approaches, measurable attributes, effectiveness characteristics in quality projects, and software tools used in BI. Another result is the proposed model that is presented in four stages: Extraction, Transformation, Loading and BI Application. The model proposes thirteen indicators in software quality and four dashboards for monitoring. The evaluation of the 28 articles reviewed, presented the Relationship between Results with 89% as the highest factor of Effectiveness, and the highest factor of ISO 25010 as the Functional Adequacy with 93%. Whereas the proposed model has an acceptable score in Effectiveness and ISO 25010. It was concluded that the model has great potential for future adoption and implementation with the use of management and analysis tools, this research can encourage IT professionals to use the four-stage model and can be adopted or improved according to the situation of their companies.

Key words: Software quality, Indicator model, Business Intelligence, ISO 25010.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
3. METODOLOGÍA	16
4. RESULTADOS	18
5. DISCUSIÓN.....	29
6. CONCLUSIÓN	30
REFERENCIAS	31

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de software se encuentran en continuas modificaciones o nacen nuevas soluciones informáticas, esto está asociado a solucionar problemas, nuevas necesidades de mejora y nuevas propuestas. La calidad del software (QA) es un componente dentro del desarrollo y gestión, además QA mantiene actividades que se realizan previo al pase a producción. El proceso de mantenimiento y calidad sobre el software tiene tareas con el objetivo de mantener la integridad del sistema de software. En el mantenimiento se actualizan algunas funcionalidades o errores de diseño, y en una nueva aplicación informática se presentan nuevas funcionalidades. Las actividades de QA son complejas de acuerdo al tamaño del sistema y la cantidad de requisitos; las actividades como: entendimiento del código, mantenimiento, evolución y nuevo software, luego son verificadas. Un código mal estructurado es más complejo y es un problema para el mantenimiento, luego este código malo es otro problema para la QA, porque recae en el costo de mantenimiento (Almogahed et al., 2023).

En el desarrollo de software existen varias actividades, durante todas las fases los ingenieros de software colaboran en equipos para otorgar una aplicación informática de alta calidad de acuerdo con planificación y dentro de un límite de presupuesto. Existe una relación entre las personas del equipo de ingeniería de software y sus actividades ejecutadas. Las investigaciones sobre QA se enfocan en factores tecnológicos, enlazados con procesos, organizaciones y sociales (Qamar & Malik, 2021).

De acuerdo a (Martinez-Fernandez et al., 2021) la capacidad de entregar un software de calidad está relacionada con el análisis, planificación e indicadores para ser efectivos y minimizar el desperdicio, además enfocarse en el valor del cliente y negocio. Existe una brecha de investigación en la creación de indicadores estratégicos relacionados con la QA, por ejemplo, rendimiento de procesos, preparación del producto, calidad del producto, entre otros. Aunque existen modelos de calidad que se encuentran en herramientas de análisis de software, estas herramientas enlazan los conceptos de calidad con el desarrollo de software.

Por otra parte, la ingeniería de software es una industria de gran crecimiento y demanda; la evaluación de la QA involucra el probar y evaluar cada componente de las aplicaciones informáticas mediante características cuantificables actuales, técnicas o puntos de referencia. Estas actividades son fundamentales para el desarrollo y la gestión de software, porque mantiene informados a los gerentes sobre el software o aplicación informática; esto permite

asignar recursos y fondos en forma efectiva (Jabborov et al., 2023). Además, el desarrollo de software utiliza metodologías como cascada, espiral, prototipo, ágil y DevOps, que tratan de mejorar la calidad y productividad (Narang & Mittal, 2023). Actualmente, se utiliza Scrum durante la implementación de software para mejorar su calidad, aunque muchas organizaciones no obtienen las mejoras (Alami & Krancher, 2022).

Se conoce que, Business Intelligence (BI) se utiliza para representar una serie de métodos de análisis de negocios basados en tecnología avanzada, que van desde informes básicos hasta técnicas de estadísticas avanzadas que se pueden analizar y visualizar en forma sencilla. BI utiliza técnicas y herramientas que transforman los diversos datos sin procesar hacia información precisa, luego esta información respalda los procesos de toma de decisiones que son más efectivas y eficientes, las decisiones son puntos de referencia en las empresas que ayudan en la continuidad del negocio (Ranjbarfard & Hatami, 2021).

Los requisitos de calidad son importantes, y se traducen a Atributos de Calidad (QA) del software; el modelo ISO/IEC 25010 facilita características de un software, como confiabilidad, eficiencia, funcionalidad, mantenibilidad, usabilidad, portabilidad, idoneidad, precisión, cumplimiento, seguridad, interoperabilidad (Faryal et al., 2022).

Se considera que el control de QA, es una de las prácticas importantes, luego del mantenimiento y evolución del software; existe un panorama siempre evolutivo o cambiante de Tecnologías de Información y las necesidades-requisitos de los usuarios.

Actualmente, generar productos de calidad es un factor que garantiza el éxito sobre el uso de las aplicaciones informáticas y los competidores en los negocios. Es importante conocer el estado actual de la calidad y mantener la mejora permanente de los sistemas de software. Las métricas son buenos indicadores de la calidad sobre las operaciones o productos dentro de las empresas, por ejemplo, en caso de que las métricas tengan una desviación fuera del umbral entonces, se debe activar un plan de intervención. Las métricas en calidad de software son un cinturón de seguridad para las empresas. Es necesario medir la situación actual para advertir escenarios no deseados y mantener un desarrollo continuo (Yazici et al., 2022).

Se propone utilizar Business Intelligence para obtener un modelo de indicadores desde la gestión en Calidad de Software, durante las pruebas de los programas que son entregados desde el área de desarrollo hacia el área de calidad; estas pruebas son necesarias para validar el

correcto funcionamiento de los programas antes de ser enviados al área de producción. Los indicadores que se proponen obtener en BI son: devoluciones de programas, tipos de errores, estadísticas por máquina de calidad, estadísticas por etapas de calidad, estados de solicitud, causas de standby, estadísticas de backlog, resumen de órdenes de cambio, gestión de pruebas, ordenes con prioridad, órdenes canceladas, órdenes asignadas, órdenes cerradas.

El objetivo general es: Diseñar un modelo de indicadores para el seguimiento y control de las órdenes de cambio en el departamento de Calidad de Software basado en Business Intelligence.

Los objetivos específicos son:

- Revisar artículos científicos para analizar enfoques, métricas y características en calidad de software y su clasificación mediante una revisión de la literatura.
- Diseñar un modelo de indicadores para medir las actividades referentes al control de las órdenes de cambio solicitadas por los usuarios mediante el uso de la tecnología Business Intelligence.
- Evaluar el modelo de indicadores para la gestión de requerimientos mediante una tabla de efectividad y la norma ISO 25010 que permita evidenciar el nivel de la competitividad en las implementaciones desarrolladas.

La literatura revisada facilita algunos modelos de calidad para evaluar los productos de software, el último estándar es ISO/IEC 25010 o “Modelo de Calidad de Software” que es una forma extendida de ISO 9126 (Baul Canlas et al., 2021).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

De acuerdo a la norma ISO 8042 la calidad es la totalidad de las particularidades de una entidad que intervienen en su capacidad para compensar las necesidades declaradas; este concepto se refina en la calidad del software como confiabilidad/eficiencia, y métricas como tiempo de respuesta o cantidad de errores; aquí el estándar ISO/IEC 25010 establece los aspectos de calidad que evalúan las características de un producto de software (ISO, 2024).

El gobierno de Perú adoptó la norma ISO/IEC 12207 en empresas públicas para mejorar la calidad de los productos, mediante tareas de validación de requisitos de software (Canchari et al., 2023).

Medir la QA ayuda a conocer el impacto en la satisfacción del cliente, en el mantenimiento del software y las posibles utilidades económicas; este mantenimiento es una actividad con costos promedio del 75% durante el proceso de desarrollo de software. Invertir en energías de mantenimiento y prevenir defectos es básico porque los defectos del software tienen un impacto perjudicial en el funcionamiento adecuado del software.

La QA son las propiedades totales de una empresa que obedecen de la capacidad para compensar necesidades explícitas e implícitas. La calidad es un factor muy importante para satisfacer las expectativas de los usuarios y el crecimiento empresarial. La QA es un Factor Crítico de Éxito en las áreas de desarrollo de software. Aquí, las actividades de gestión de calidad están para lograr un buen nivel de calidad; además, la QA se puede ver afectada por limitaciones de costo y tiempo (Garomssa et al., 2022).

BI contiene varios componentes como información, procesos, personas y tecnología. Se considera una estrategia promovida por la tecnología y los datos para examinar información procesada para tomar decisiones informadas en las empresas; también se conoce como un enfoque de cadena de valor apoyado en la tecnología. Por otra parte, BI tiene enfoques de proceso, estratégico y herramientas. Aquí, se muestra la centralidad de la información y la naturaleza estratégica. Entonces, BI es una herramienta para recolectar, integrar datos, analizarlos y convertirlos en conocimiento (Madyatmadja et al., 2022).

BI proporciona el sendero para obtener el conocimiento y tomar buenas decisiones informadas. Los datos no procesados se transforman en información que es relacionada entre los datos recolectados del contexto; la tecnología BI obtiene grandes cantidades de datos que no son

estructurados, y ayudan a las empresas a anotar, desarrollar y diseñar nuevas estrategias. Las herramientas que generan paneles de visualización de datos son: MS-Analytics-Express, View-of-Click, Tableau, Pentaho, MS-Power-Bi (Reddy et al., 2019).

El estudio sobre modelos de calidad en instrumentos de software genera datos confiables y útiles sobre la calidad de un paquete informático; se evaluó la QA en distintos proyectos con medidas estándares y profesionales; además, obtuvieron estadísticas y retroalimentación sobre la calidad (Martinez-Fernandez et al., 2021).

El objetivo del artículo fue cuantificar la coordinación del equipo de trabajo sobre la QA; definieron índices de homogeneidad del equipo para medir el desarrollo de software, de acuerdo a los autores la métrica es útil para predecir la calidad y la productividad de los equipos de personas (Qamar & Malik, 2021).

El artículo de (Cao et al., 2023) analiza la no duplicación automática de datos obtenidos en la QA basados en la agrupación y densidad de datos; el proceso genera datos de inspección desde la calidad, inicialización, calcular el valor de las funciones y aplicar condiciones.

El trabajo de (Almogahed et al., 2023) definieron varios índices para control de QA como: reusabilidad, flexibilidad, efectividad, extensión del código, funcionalidad y entendimiento del código. El trabajo de (Yazici et al., 2022) definieron índices para el control de QA como: compatibilidad, funcionalidad, mantenimiento, efectividad, portabilidad, seguridad, usabilidad, eficiencia y satisfacción. El trabajo de (Baul Canlas et al., 2021) entrevistaron a 30 expertos para aplicar las características de ISO/IEC 25010. De acuerdo a los encuestados, la percepción en términos de evaluación del sistema es igual en todos los criterios como: Idoneidad funcional, eficiencia en el desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad.

El artículo de (Milewicz & Mundt, 2023) concluye que existen inversiones estratégicas en la QA y se adoptan prácticas de desarrollo de software para optimizar la reproducibilidad y usabilidad en el diseño de software. Además, recomiendan las siguientes prácticas: Pruebas de integración, documentación para programadores-usuarios, diseño promovido por el usuario, generación de tutoriales, observaciones de código y uso de desarrollo Ágil de Software.

De acuerdo a (Chren et al., 2022) la mejora de la calidad del código está relacionada con aspectos externos, como la experiencia previa en programación, el interés y el tiempo de

dedicación, además, la experiencia genera un conjunto de lecciones aprendidas que pueden mejorar el diseño. Determinar la presencia de información que falte y evitar entregar un informe incompleto es muy costoso; los autores identificaron patrones para el análisis en los sistemas; se considera que existe potencial de guiar a los usuarios para generar los datos necesarios y mejorar la eficiencia durante el proceso de optimización del software (Aktas et al., 2024).

Otros trabajos relacionados en Ecuador con ISO 25010: El propósito de esta investigación fue crear un modelo de implementación de un sistema de control de notas que permita digitalizar a los Institutos Superiores Tecnológicos Públicos Ecuatorianos y lograr automatizar la información (Cajas et al., 2023). Este trabajo tiene como objetivo implementar un sistema web que permita gestionar y dar seguimiento a los pacientes en sus dietas nutricionales, se utilizó la ISO/IEC25010 para medir la usabilidad y eficiencia de desempeño (Quichimbo Pereira et al., 2021). Este artículo presenta una investigación por encuestas, un análisis de los resultados obtenidos del comportamiento de los factores de aceptación y uso de servicios digitales por las unidades de análisis en Ecuador; y una caracterización del comportamiento variable de los factores de aceptación y uso de servicios digitales en general y por unidad de análisis (Pintado & Wiesner, 2020). Este proyecto propone la construcción de un modelo de calidad de software, diseñado con las características de calidad propuestas en el catálogo de ISO/IEC 25010; se construye un conjunto de subcaracterísticas, propiedades y medidas de calidad, establecido con el modelo para facilitar una evaluación sistemática y práctica con la selección de aquellas características que se consideren relevantes y consistentes para el alcance y requerimientos del evaluador (Sánchez, 2021).

3. METODOLOGÍA

El análisis de modelos de indicadores en Calidad de Software, se utiliza una revisión de la literatura de (Yazici et al., 2022) en los pasos: desarrollo del método de investigación, definición de preguntas de investigación, realizar la búsqueda y selección de artículos, extracción de datos y síntesis de datos, para estudios a nivel de Ecuador y nivel mundial.



Figura 1. Pasos de revisión de la literatura.

Se proponen las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta 1: ¿Cuáles son los enfoques que se utilizan para evaluar la calidad de software? (Ejemplo: Inteligencia Artificial, Basado en Categorización, Basado en Requerimientos, Basado en Riesgos, Basado en Reglas, Basado en Pruebas)

Pregunta 2: ¿Qué atributos medibles de los sistemas de software se utilizan para estimar la calidad?

(Ejemplo: idoneidad funcional, confiabilidad, eficiencia del rendimiento, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, compatibilidad, legibilidad, robustez y seguridad)

Pregunta 3: ¿Cuáles son las características de efectividad?

(Ejemplo: Cumple las metas, Resultados oportunos, Objetivos satisfactorios, Productividad alcanzada)

Pregunta 4: ¿Qué herramientas se utilizan en Business Intelligence?

(Ejemplo: Tableau, Power BI, Pentaho, QlikView, Analytical)

La motivación para P1 radica en entender los resultados generados por los artículos científicos revisados, especialmente en lo que respecta a enfoques para verificar la calidad de software originado desde las fuentes de proyectos de software.

La motivación para P2 radica en identificar las propiedades de software medibles que se utilizan para definir el estado actual y los posibles métodos utilizados en la evaluación de la calidad.

La motivación para P3 radica en clasificar los enfoques y atributos en términos de efectividad y confiabilidad.

La motivación para P4 radica en conocer las herramientas de software utilizadas en BI.

Los criterios de inclusión son: artículos en idioma inglés, artículos desde el año 2021, artículos referentes al tema, artículos de bibliotecas ACM e IEEE. Los criterios de exclusión son: artículos resumen, libros, temas no relacionados al objetivo de esta investigación, diferentes al idioma inglés, artículos de revisiones sistemáticas.

El diseño de un modelo de indicadores para medir las actividades referentes al control de las órdenes de cambio solicitadas por los usuarios. Se utiliza la investigación empírico-analítico que analiza la factibilidad de proponer un modelo en el seguimiento de Calidad de Software mediante evidencias empíricas. Se utiliza la investigación cuasi-experimental que ayuda en el análisis de artículos científicos sobre Calidad de Software y Business Intelligence. Se utiliza la observación de artículos científicos para revisar los modelos en Business Intelligence. Se utiliza la técnica descripción para explicar en forma detallada el nuevo modelo.

Para el diseño, los indicadores que se proponen obtener en BI son: devoluciones de programas, tipos de errores, estadísticas por máquina de calidad, estadísticas por etapas de calidad, estados de solicitud, causas de standby, estadísticas de backlog, resumen de órdenes de cambio, gestión de pruebas, ordenes con prioridad, órdenes canceladas, órdenes asignadas, órdenes cerradas.

La evaluación del modelo de indicadores para evidenciar la competitividad de las implementaciones desarrolladas. Se utiliza una tabla de efectividad con las características que son: Relación entre resultados, Cuantificación del logro, Grado alcanzado, Cumplimiento de objetivos, Resultados esperados, Objetivos tienen transcendencia; estas características son determinadas por (Rojas et al., 2021). Del modelo de calidad ISO/IEC 25010, se utilizan las ocho características que son: Adecuación funcional, Eficiencia de desempeño, Compatibilidad, Usabilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad y Portabilidad.

4. RESULTADOS

Revisar artículos científicos para analizar enfoques, métricas y características en calidad de software y su clasificación mediante una revisión de la literatura.

Para extraer y conocer sobre modelos de indicadores en Calidad de Software a través de la exploración literaria, se identificaron 71 artículos de ACM e IEEE. Luego de eliminar los artículos réplicas entre las bibliotecas, se seleccionaron 66 artículos. Luego se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión que resulta en descartar 32 artículos para luego analizar los 34 artículos remanentes. Se analizaron en forma completa los 34 artículos, luego se eliminaron 6 artículos que no entran en los objetivos investigativos. Son 28 artículos que se utilizan en el análisis en una hoja electrónica, en dicha hoja se tabularon los 28 artículos que cumplen las propiedades de cada grupo: Enfoques, Atributos medibles, Atributos de efectividad y Herramientas de Business Intelligence. Luego se generaron los gráficos que ayudan en contestar las preguntas de investigación. Ver Tabla 1

Tabla 1. Artículos seleccionados

Referencias	Cantidad
(Ranjbarfard & Hatami, 2021), (Reddy et al., 2019), (Baul Canlas et al., 2021), (Qamar & Malik, 2021), (Martinez-Fernandez et al., 2021), (Wattiheluw et al., 2021), (Rojas et al., 2021), (Cai et al., 2021), (Yuniasri et al., 2021), (Yazici et al., 2022), (Tao et al., 2021), (Islam et al., 2021)	12
(Madyatmadja et al., 2022), (Siber & Siber, 2022), (Chren et al., 2022), (Irawan & Negara, 2022), (Alami & Krancher, 2022), (Garomssa et al., 2022), (Faryal et al., 2022)	7
(Narang & Mittal, 2023), (Cao et al., 2023), (Iqbal et al., 2023), (Kholifah et al., 2023), (Canchari et al., 2023), (Almogahed et al., 2023), (Jabborov et al., 2023), (Milewicz & Mundt, 2023)	8
(Aktas et al., 2024)	1

Fuente: Autoría propia

Pregunta 1: ¿Cuáles son los enfoques que se utilizan para evaluar la calidad de software?

De acuerdo a los 28 artículos revisados, los hallazgos se presentan en la figura 2.

Inteligencia Artificial está en 21%, se utilizan algoritmos como K-Means (Cao et al., 2023), Regresión lineal, vector clasificador, árbol aleatorio (Aktas et al., 2024), algoritmos de Machine Learning (Almogahed et al., 2023), Lógica difusa (Tao et al., 2021), (Wattiheluw et al., 2021).

Basado en Categorización está en 36%, se refiere a clasificación de criterios de calidad, los artículos resaltan varios aspectos como calidad de datos, arquitecturas e infraestructura.

Basado en Requerimientos está en 68%, se refiere a necesidades, especificaciones funcionales y alineaciones en las solicitudes de software, además tener claros los estándares de calidad para compensar las expectativas de los usuarios o requisitos de la industria; utilizan técnicas para obtener, modelar y validar los requisitos sobre las necesidades de los usuarios (Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022).

Basado en Riesgos está en 39%, se refiere a identificar potenciales problemas de calidad en el software y tratar de mitigar estos riesgos; además utilizan algunas técnicas como identificar, evaluar, mitigar los riesgos, impedir problemas de calidad en el desarrollo e implementación de software (Zerega-Prado & Llerena-Izquierdo, 2022).

Basado en Reglas está en 61%, se refiere a enfoques que involucran la generación de reglas o directrices que evalúan los atributos de calidad; los investigadores crearon modelos integrales que capturan las interacciones entre los atributos de calidad de software.

Basado en Pruebas está en 39%, los artículos utilizan la técnica de prueba de software basada en propiedades o en casos de prueba, que evalúan la calidad del software y utilizan pruebas personalizadas.

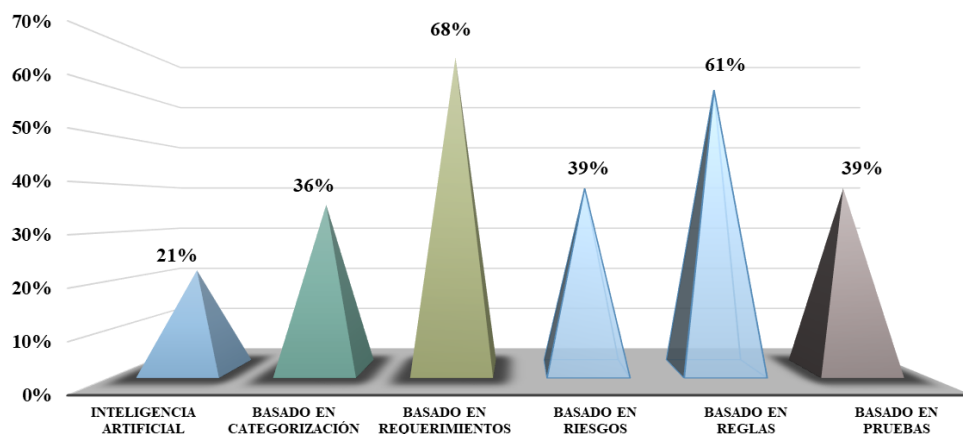


Figura 2. Enfoques en calidad de software

Pregunta 2: ¿Qué atributos medibles de los sistemas de software se utilizan para estimar la calidad?

De acuerdo a los 28 artículos revisados, los hallazgos se presentan en la figura 3. El atributo de mayor utilización es la Usabilidad en 86%, le sigue la Mantenibilidad en 82% y Eficiencia del Rendimiento en 75%. A continuación, se explican estos atributos: La Idoneidad Funcional es el grado que el software se efectúa con su propósito y se ejecuta con los requisitos del usuario,

para tener confiabilidad y adaptabilidad con respecto a los datos, y luego procesarlos en forma correcta.

La confiabilidad ayuda a mantener la claridad del usuario, incluye la tolerancia a fallas, la recuperación a fallos y estabilidad; para esto deben mantener pruebas rigurosas y monitoreo, gestión de entradas inesperadas.

La eficiencia del rendimiento informa sobre la capacidad de consulta, la eficiencia computacional, tiempos de ejecución/procesamiento, gestión de recursos del servidor, la escalabilidad del software, la latencia y consumo energético.

La mantenibilidad es la facilidad de un software pueda ser actualizado o ampliado para nuevas adaptaciones por varios requisitos; el diseño del software debe ser cuidadoso, con utilización de mejores prácticas y buena documentación de la arquitectura. Algunas métricas son complejidad, cantidad en líneas de código, duplicidad de código y amplitud de código.

La portabilidad es la facilidad que un software se ejecute en cualquier entorno, en cualquier hardware, en cualquier sistema operativo. El software debe tener código y modelo independiente de la plataforma y con estándares accesibles. Se mide con la cantidad de plataformas compatibles, el tiempo de implementación, nivel de adaptación al nuevo entorno, cantidad de estándares abiertos.

La usabilidad es el nivel que los usuarios puedan entender y operar el software, esto abarca el diseño de la interfaz y la aplicabilidad. Es posible medir mediante pruebas de usuarios, satisfacción del interesado, tasas de ejecución, nivel de usabilidad, cantidad de retroalimentación.

La compatibilidad es la capacidad de interoperabilidad e intercambio con otras aplicaciones o componentes informáticos. Se utilizan estándares abiertos, buen diseño de interfaces, soporte para varios formatos de datos y uso de otros protocolos. Se mide por la cantidad de formatos de datos permitidos, integración con otras plataformas y nivel de éxito en el intercambio de datos entre plataformas.

La legibilidad es la claridad y comprensión sobre la arquitectura del software y código base; algunas métricas utilizadas con la densidad del código, comentarios internos, uso de estándares de código y calidad de la documentación.

La robustez comprende la resiliencia del software hacia la cantidad de uso, la incertidumbre o las entradas desfavorables, para lograr un buen rendimiento o confiabilidad en diferentes condiciones.

En seguridad, todo software gestiona datos que pueden ser confidenciales o susceptibles a ataques; se considera la privacidad de los datos, la consolidación del modelo frente a ataques y la comunicación entre elementos. Se mide por la cantidad de vulnerabilidades detectadas, el nivel de las vulnerabilidades y el tiempo de rectificación.

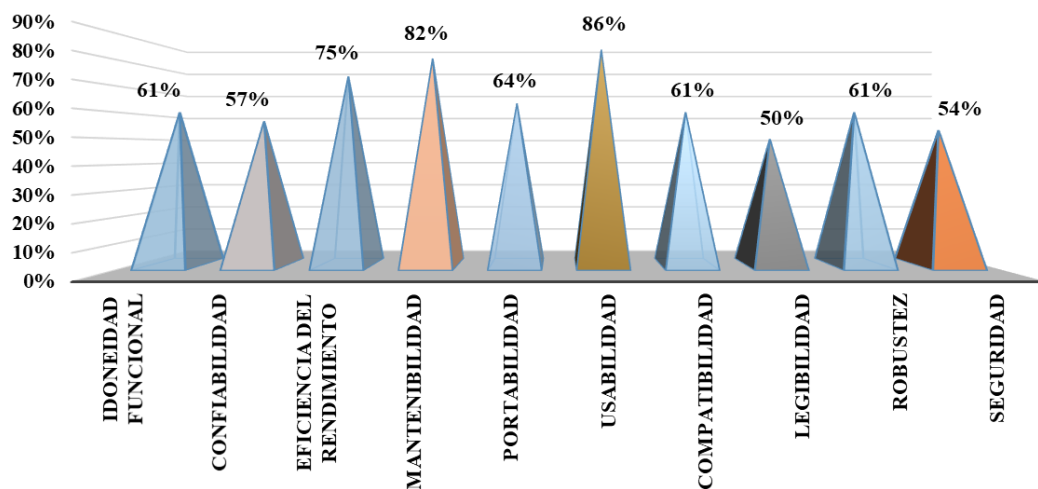


Figura 3. Atributos medibles

Pregunta 3: ¿Cuáles son las características de efectividad?

De acuerdo a los 28 artículos revisados, los hallazgos se presentan en la figura 4. La característica utilizada es la medición de Resultados Oportunos en 89%, luego los Objetivos sean satisfactorios en 57%, luego el Cumplimiento de metas en 50%, y la Productividad en 39%. Estas cifras indican que la entrega de resultados por parte de las aplicaciones de software, es la primera función que se revisa en calidad de software.

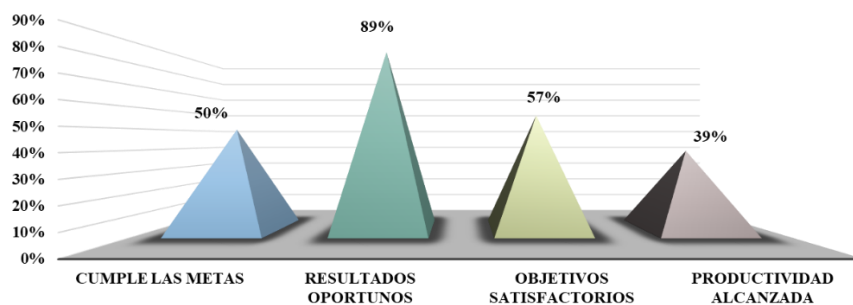


Figura 4. Características de efectividad.

Pregunta 4: ¿Qué herramientas se utilizan en Business Intelligence?

De acuerdo a los 28 artículos revisados, los hallazgos se presentan en la figura 5. La herramienta utilizada es Analytical en 11%, y Tableau, Power BI, Pentaho y QlikView están en 7%. Es decir, Analytical se utilizó en 3 artículos y los demás en 2 artículos.

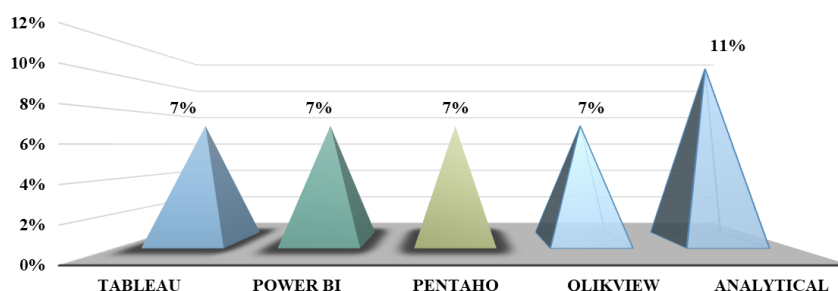


Figura 5. Herramientas de software.

Diseñar un modelo de indicadores para medir las actividades referentes al control de las órdenes de cambio solicitadas por los usuarios mediante el uso de la tecnología Business Intelligence.

Un modelo de indicadores es un apoyo para la toma de decisiones, visualizar los datos en conjunto y entender la naturaleza de las pruebas en calidad de software. Además, entregar detalles de cantidades y tiempos de solicitudes, pruebas y órdenes de cambio en los sistemas de información. En forma técnica, este modelo BI gestiona la colección, transformación, almacenamiento y análisis de datos.

El modelo se muestra en la figura 6. Se presentan las fases del procesamiento de datos, inicia con la extracción de datos. El conjunto de datos se toma desde una hoja electrónica en formato Excel, luego toma desde la bitácora de una base de datos. Como siguiente paso, se limpian los datos y se prueba la calidad de esos datos en la fase de transformación. Después, este conjunto de datos limpio se adiciona o se carga en un almacén de datos para representarse mediante un panel de BI.

Descripción del conjunto de datos: Esta investigación se basa en los datos calidad de software. El conjunto de datos comprende las pruebas semanales de software del año 2023, este conjunto de datos en la hoja electrónica contiene la bitácora de las pruebas, y devoluciones, resumen de devoluciones, los nombres de las computadoras de calidad, la bitácora de retrocesos, rastreo de

órdenes de cambio, detalle de las órdenes de cambio, detalles de la siguiente semana, detalle de producción, detalle de las órdenes de cambio en legitimación, detalle de las órdenes de cambio en el servidor de producción, detalle de las órdenes de cambio ya finalizadas, detalle de las órdenes de cambio ya canceladas. La base de datos contiene una tabla sobre la bitácora de las ejecuciones de los programas, los datos contenidos son nombre del programa, identificación del programa, fecha de inicio, hora de inicio, fecha de finalización, hora de finalización, usuario que ejecuta, numero del proceso dentro del servidor, estado del programa ejecutado.

Preparación de datos: Es la transformación de datos, se aplica la limpieza y transformación sin procesar, para que esta data sea más sencilla de analizar y sea más precisa. Este paso garantiza la calidad de los datos y disposición para explorar y analizar. Luego de la extracción sobre el conjunto de datos desde la hoja electrónica y la base de datos; se realiza la transformación de datos dentro de un área de almacenamiento intermedio que se ubica entre el origen de datos y los datos de destino.

- Paso de limpieza de datos: El conjunto de datos en la hoja electrónica mantiene datos innecesarios, como gráficos de etapas de calidad, gráficos de causas en espera, gráficos de requerimientos, y no contienen información relevante. Luego del análisis de la hoja electrónica existen datos contradictorios y redundantes. La base de datos que contiene la tabla de bitácora de los programas ejecutados, solo se accede en forma de lectura a dicha tabla. Además, los registros duplicados que afectan la calidad de software son eliminados de este conjunto de datos.

- Paso de prueba en la calidad de los datos: Otras características mantienen valores inexactos dentro del conjunto de datos, como errores, datos por mes inexactos y valores faltantes.

Análisis descriptivo: Los requisitos funcionales y no funcionales, presentan las características del modelo y sus especificaciones.

Requisitos funcionales: Mostrar datos de alto nivel para el análisis calidad de los programas informáticos. El panel proporciona una manera sencilla de explorar datos a través de la interfaz interactiva. El panel debe mostrar cuadros y gráficos que son sencillos de interpretar, además presentar gráficos de barras o columnas. Filtrar los datos relacionados. Exportar los datos en otros formatos.

Requisitos no funcionales: Se enmarcan en las siguientes categorías. Funcionamiento para varios usuarios en línea. Rendimiento o carga de los datos en tiempo razonables. Confiabilidad ante fallas del sistema. Seguridad de la información con usuarios validados. Escalabilidad para gestión en el aumento de datos. Integridad de nuevos datos desde nuevas fuentes de datos. Disponibilidad y accesibilidad. Usabilidad con una interfaz sencilla e intuitiva.

El modelo propuesto se presenta en 4 etapas: Extracción, Transformación, Carga y Aplicación BI. Estas etapas se describen a continuación.

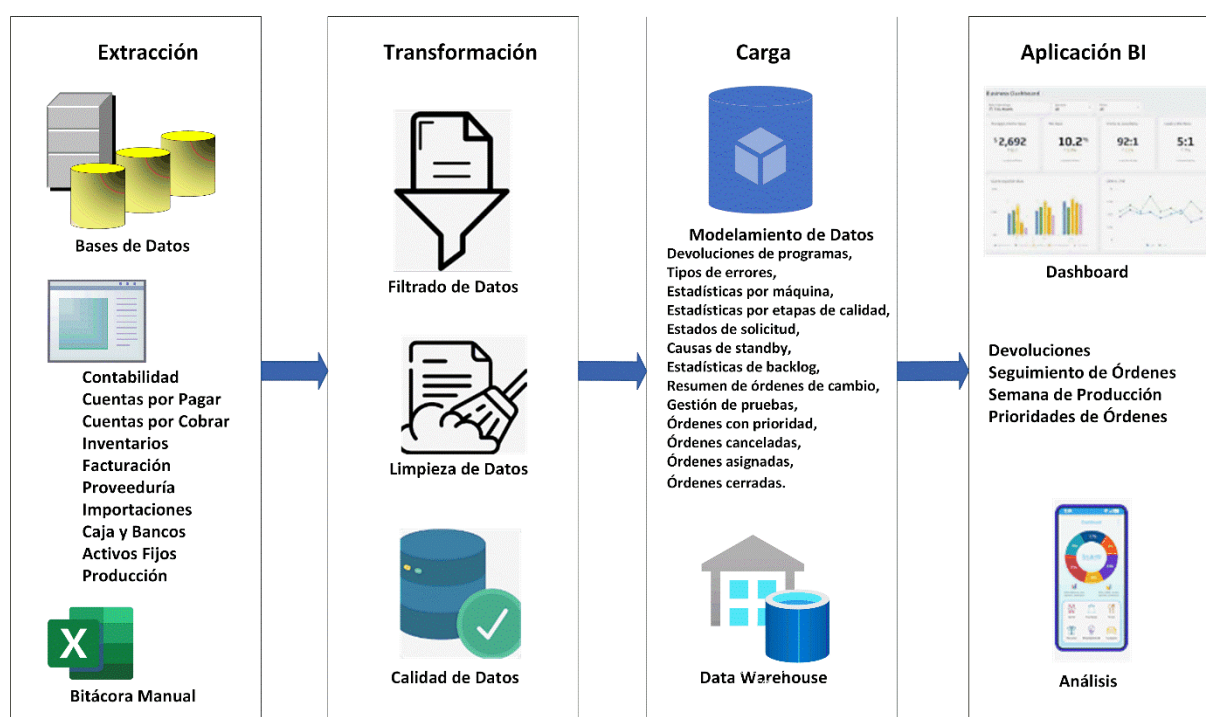


Figura 6. Modelo propuesto del sistema de calidad de software.

Etapas Extracción. Se encuentran los datos primarios. La primera fuente son las bases de datos propias de la empresa que tiene una tabla de bitácora sobre los programas que se ejecutan en las pruebas de calidad en los diferentes módulos informáticos. La segunda fuente es una hoja electrónica que tiene diferentes datos sobre las pruebas que son alimentadas por los usuarios.

Etapas Transformación. Se realiza en forma directa sobre la base de datos en calidad de la empresa; los datos extraídos son transformados hacia el formato de datos que está en el Data Warehouse, un grupo extraído son datos en formato similar de base de datos, el segundo grupo extraído desde la hoja electrónica se normalizan, es decir son transformados a datos equivalentes para ser guardados en el modelo.

Etapas Carga. Inserta o actualiza los datos en el Data Warehouse; el DW puede contener entidades como: programas, tiempos, lotes de programas, solicitudes, órdenes de cambio, tipos de etapa, tipos de errores, tipos de estados, lista de programadores, lista de analistas de calidad, lista de módulos del sistema, lista de etapas, lista de máquinas en calidad, lista de proyectos, lista de ambientes de pruebas y lista de funcionarios.

Los indicadores que se proponen obtener en BI son: devoluciones de programas, tipos de errores, estadísticas por máquina de calidad, estadísticas por etapas de calidad, estados de solicitud, causas de standby, estadísticas de backlog, resumen de órdenes de cambio, gestión de pruebas, ordenes con prioridad, órdenes canceladas, órdenes asignadas, órdenes cerradas.

Nivel Aplicación BI. Se encuentran los paneles o dashboard que contienen los resultados relacionados a las pruebas realizadas en los sistemas de información. En un panel se propone Devoluciones por semana/año, tipo de etapa, tipo de error. Otro panel propone Seguimiento de Órdenes por semana/año, programador, analista, tipo de etapa, tipo de estado, tipo de ambiente. Otro panel propone Semana de Producción por semana/año, tipo de estado. Otro panel propone Prioridades de Órdenes por semana/año, tipo de estado.

De acuerdo con una prueba realizada durante esta investigación, se aplicaron tres pasos para generar el panel interactivo con la herramienta Power-BI. Primero, se utilizó Power-BI-Desktop para extraer o importar el conjunto de datos desde un drive y generar el panel. Segundo, el panel creado se publica con ayuda del servicio Power-BI. Tercero, los analistas tienen acceso al panel interactivo mediante el Servicio-Power-BI.

Evaluar el modelo de indicadores para la gestión de requerimientos mediante una tabla de efectividad y la norma ISO-25010 que permita evidenciar el nivel de la competitividad en las implementaciones desarrolladas.

En la evaluación de los modelos, se consideraron seis factores de efectividad y ocho factores de la norma ISO-25010. El primer grupo de factores de Efectividad son: Relación entre resultados, Cuantificación del logro, Grado alcanzado, Cumplimiento de objetivos, Resultados esperados y Objetivos tienen transcendencia. El segundo grupo de factores de ISO-25010 son: Adecuación funcional, Eficiencia de desempeño, Compatibilidad, Usabilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad y Portabilidad. Cada uno de los 28 artículos seleccionados en la revisión de la literatura científica, fueron revisados para evidenciar la competitividad en los

prototipos o implementaciones, si el artículo cumple con el factor entonces le corresponde el valor 1 sino cumple le corresponde el valor 0. Por cada artículo se realiza la suma de los seis factores de Efectividad y se realiza la suma de los ocho factores de ISO-25010. Para determinar si es aplicable el aumento de la competitividad, en Efectividad es mayor e igual a 5 puntos, en ISO-25010 es mayor e igual a 6 puntos. De acuerdo con la tabla 2, en Efectividad son 9 artículos el aumento de competitividad, en ISO-25010 son 13 artículos el aumento de competitividad.

Tabla 2. Efectividad e ISO 25010

Artículos			Efectividad								ISO/IEC 25010									
Item	Año de publicación	Título del artículo	Relación entre resultados	Cuantificación del logro	Grado alcanzado	Cumplimiento de objetivos	Resultados esperados	Objetivos tienen trascendencia	Suma	Aplicable	Adecuación funcional	Eficiencia de desempeño	Compatibilidad	Usabilidad	Fiabilidad	Seguridad	Mantenibilidad	Portabilidad	Suma	Aplicable
1	2021	A Survey on Business Intelligence Tools for Marketing, Financial, and	1			1			2		1								2	
2	2021	An ISO/IEC 25010 Based Software Quality Assessment of a Faculty f	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
3	2021	Birds of a Feather Gel Together: Impact of Team Homogeneity on Sof	1	1		1	1		4		1	1		1		1			4	
4	2022	Challenges of Implementation Business Intelligence: A Systematic Lit	1			1			2			1				1	1		3	
5	2023	Continuous Assessment and Improvement of Software Quality with D	1			1			2		1			1			1		3	
6	2021	Continuously Assessing and Improving Software Quality with Softwa	1			1	1		3		1	1			1				3	
7	2020	Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Proje	0	1			1		2								1		2	
8	2023	DBSCAN-Based Automatic De-Duplication for Software Quality Inspe	0	1	1	1			3		1	1		1					3	
9	2021	Effectiveness, efficacy and efficiency in teamworks	1	1					2		1			1			1		3	
10	2020	Evaluating Code Improvements in Software Quality Course Projects	1			1	1		3		1			1			1		3	
11	2022	How Scrum adds value to achieving software quality?	1			1	1		3		1			1			1		3	
12	2022	How Software Quality Mediates the Impact of Intellectual Capital on C	1			1			2		1			1					2	
13	2024	Improving the quality of software issue report descriptions in Turkish:	1			1	1		3		1			1			1		3	
14	2023	Requirements Validation in the Information System Software Develop	1	1					2		1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
15	2023	Revisiting Scenarios of Using Refactoring Techniques to Improve Sof	1			1	1		3		1	1	1				1	1	5	
16	2021	Software Product Quality Metrics: A Systematic Mapping Study	1			1			2		1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
17	2022	Studying efficacy of traditional software quality parameters in quantu	0			1		1	2		1	1		1					3	
18	2023	Taxonomy of Quality Assessment for Intelligent Software Systems: A	1				1		2		1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
19	2021	Testing and Quality Validation for AI Software-Perspectives, Issues, a	1		1				2		1			1					2	
20	2023	Towards Evidence-Based Software Quality Practices for Reproducibi	1		1	1			3		1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
21	2022	Comparative Analysis of Usability , Performance , and Security of Op	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
22	2021	Development of a Quality Model Based on ISO 25010 Using Fuzzy an	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
23	2023	Evaluation of Service Quality in Human Resource Information System	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
24	2022	Evaluation of Software Quality Assurance Silampari Smart City Of Lu	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
25	2023	Functional Suitability Analysis of Indonesian Qur'an Applications Base	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
26	2021	Measuring the Quality of B Abstract Machines with ISO/IEC 25010	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
27	2021	Performance Efficiency Evaluation Frameworks Based on ISO 25010	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
28	2021	The Evaluation of Enterprise Resource Planning using ISO 25010 Ba	1	1	1	1	1	1	6	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	8	SI
Sumatoria			25	14	12	23	17	10			26	20	14	24	14	15	21	14		

Fuente: Autoría propia

Además, se realiza una suma vertical por cada factor para determinar la competitividad en Efectividad e ISO-25010. Por cada factor se obtiene un porcentaje sobre los 28 artículos; ejemplo, el factor Relación entre Resultados tiene 25 puntos que equivale a 89% de los 28 artículos.

El gráfico 7 muestra los factores de Efectividad en conjunto de los 28 artículos, el primer factor relevante es Relación entre Resultados con 89%, le sigue Cumplimiento de Objetivos con 82%, le sigue Resultados Esperados con 61%, le sigue Cuantificación del Logro con 50%, le sigue Grado Alcanzado con 43% y finalmente Objetivos tienen transcendencia con 36%. Esto significa que los trabajos revisados le dan más importancia a los objetivos alcanzados y resultados.

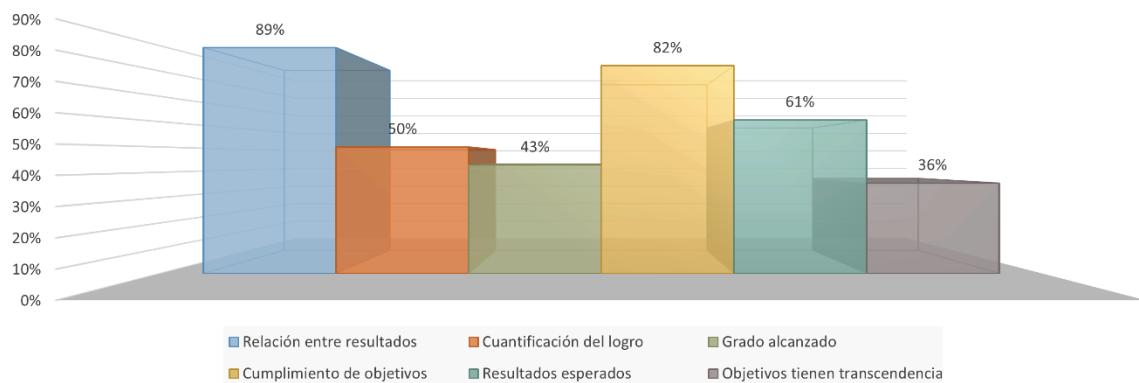


Figura 7. Efectividad

El gráfico 8 muestra los factores de ISO 25010 en conjunto de los 28 artículos, el primer factor es Adecuación funcional con 93%, le sigue Usabilidad con 86%, le sigue Mantenibilidad con 75%, le sigue Eficiencia de desempeño con 71%, le sigue Seguridad con 54%, y finalmente con 50% cada están la Compatibilidad, Fiabilidad y Portabilidad.

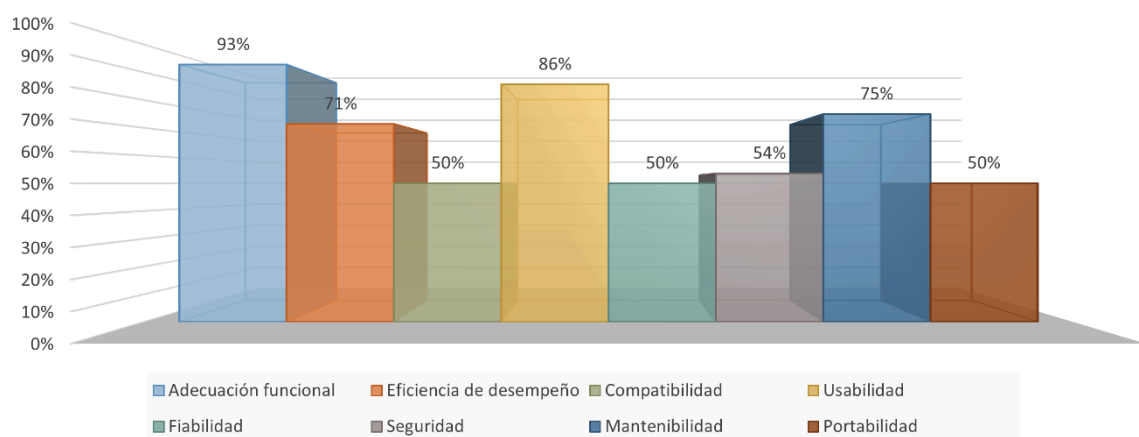


Figura 8. ISO 25010

En la evaluación del modelo que se propone en esta investigación, se consideraron los mismos factores de efectividad y norma ISO-25010. Se propone que en Efectividad tiene 5 sobre 6

puntos, y en ISO-25010 tiene 6 sobre 8 puntos; esto hace que el diseño pueda entrar en el aumento de la competitividad, aunque no existe desarrollo del modelo. Ver tabla 3.

En Efectividad, se considera el puntaje por las siguientes razones: Relación entre resultados porque los indicadores trabajan en relación a las órdenes de cambio; Cuantificación del logro porque es medible los resultados de un indicador; Grado alcanzado porque es medible el indicador; Cumplimiento de Objetivos porque los resultados de las pruebas se basan en los objetivos primarios; Resultados Esperados porque los resultados de los sistemas son verificados por los usuarios, y Objetivos tienen transcendencia no se considera porque las órdenes de cambio son independientes.

En ISO-25010, se considera el puntaje por las siguientes razones: La Adecuación funcional porque el diseño tiene un propósito. La eficiencia del desempeño por la escalabilidad del software BI. La compatibilidad por el soporte para varios formatos de datos integración con otras plataformas. La usabilidad porque el software Power-BI es fácil de entender. La fiabilidad porque el software Power-BI ayuda a mantener la claridad del usuario y es estable. La seguridad no se considera porque sería necesario implementar para medir las vulnerabilidades, aunque el software Power-BI si es seguro. La mantenibilidad porque la plataforma BI es de sencilla actualización. En portabilidad, no existe código de implementación, aunque la herramienta se puede ejecutar en cualquier explorador de internet.

Tabla 3. Evaluar modelo de indicadores

Articulos			Efectividad							ISO/IEC 25010										
Item	Año de publicación	Título del artículo	Relación entre resultados	Cuantificación del logro	Grado alcanzado	Cumplimiento de objetivos	Resultados esperados	Objetivos tienen transcendencia	Suma	Aplicable	Adecuación funcional	Eficiencia de desempeño	Compatibilidad	Usabilidad	Fiabilidad	Seguridad	Mantenibilidad	Portabilidad	Suma	Aplicable
1	2024	Modelo de indicadores propuesto	1	1	1	1	1		5	SI	1	1	1	1	1		1		6	SI

Fuente: Autoría propia

5. DISCUSIÓN

En este trabajo se examinó y se exploró la aplicación de Business Intelligence en 28 artículos científicos, el método utilizado ayudó a identificar, evaluar e interpretar los hallazgos siguientes: El mayor enfoque es el Basado en Requerimientos, el atributo medible más utilizado es la Usabilidad, la Característica de Efectividad más considerada son los Resultados Oportunos, y la Herramienta de mayor uso es Analítica.

El modelo de indicadores se presenta en etapas de Extracción, Transformación, Carga y Aplicación BI. El modelo detalla las fuentes de datos de los sistemas utilizados, el proceso de transformación, los indicadores que se almacenan en el Data Warehouse, los requisitos funcionales y no funcionales. El análisis cualitativo y cuantitativo sobre el modelo ayuda a obtener resultados positivos, es decir, entregar comprensión, confianza y relevancia del modelo para la percepción de los profesionales.

La evaluación de los 28 artículos revisados, presentaron como factor más alto de Efectividad a la Relación entre Resultados con 89%, y como factor más alto de ISO-25010 a la Adecuación Funcional con 93%. Mientras que, el modelo propuesto tiene un puntaje aceptable en Efectividad e ISO-25010.

Para la implementación o prototipo, se aconseja utilizar Power-BI porque es una herramienta sencilla e intuitiva. Otra forma de validar el modelo pudo ser a través de encuestas a profesionales TI, para obtener declaraciones individuales y hallazgos estadísticos; otro punto puede ser la retroalimentación constructiva para mejorar el modelo.

Está pendiente para futuras investigaciones, el determinar factores críticos de éxito en la implementación de la calidad de software con herramientas BI; también comparar los factores con otras normas de la rama ISO-25000.

6. CONCLUSIÓN

Este artículo ayuda a entender la integración del modelo de calidad con indicadores y una herramienta de análisis en forma confiable y relevante para conocer los niveles de calidad en los programas o procesos. En el modelo se propone trece indicadores en calidad de software y cuatro dashboard para seguimiento de las pruebas realizadas por el departamento de calidad.

La implementación futura del modelo puede ser una herramienta útil para evaluar y mejorar la calidad del software entre varios proyectos empresariales. La evaluación mediante factores de Eficiencia y la norma ISO 25010, apoya las características que se presenta en el modelo propuesto.

Se concluyó que el modelo tiene gran potencial para la adopción e implementación futura con la utilización de herramientas de gestión y análisis, esta investigación puede animar a los profesionales TI a utilizar el modelo de cuatro etapas, además puede ser adoptado o mejorado de acuerdo con la situación de sus empresas.

REFERENCIAS

- Aktas, E. U., Cakmak, E., Inan, M. C., & Yilmaz, C. (2024). Improving the quality of software issue report descriptions in Turkish: An industrial case study at Softtech. In *Empirical Software Engineering* (Vol. 29, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s10664-023-10434-4>
- Alami, A., & Krancher, O. (2022). How Scrum adds value to achieving software quality? *Empirical Software Engineering*, 27(7). <https://doi.org/10.1007/s10664-022-10208-4>
- Almogahed, A., Omar, M., Zakaria, N. H., Muhammad, G., & Alqahtani, S. A. (2023). Revisiting Scenarios of Using Refactoring Techniques to Improve Software Systems Quality. *IEEE Access*, 11(October 2022), 28800–28819. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3218007>
- Baul Canlas, R., Cruz Piad, K., & Carpio Lagman, A. (2021). An ISO/IEC 25010 Based Software Quality Assessment of a Faculty Research Productivity Monitoring and Prediction System. *ACM International Conference Proceeding Series*, 238–242. <https://doi.org/10.1145/3512576.3512619>
- Cai, C., Sun, J., & Dobbie, G. (2021). Measuring the Quality of B Abstract Machines with ISO/IEC 25010. *2020 International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering (TASE)*, 169–176. <https://doi.org/10.1109/TASE49443.2020.00031>
- Cajas, A. M., Serna, B. B., Cajo, A. S., & Vimos, W. B. (2023). IMPLEMENTATION OF A NOTE CONTROL SYSTEM FOR THE DIGITIZATION OF PUBLIC HIGHER TECHNOLOGICAL INSTITUTES ECUADOR. 5, 150–162.
- Canchari, L., Angeleri, P., & Dávila, A. (2023). Requirements Validation in the Information System Software Development Lifecycle: A Software Quality in Use Evaluation. *Programming and Computer Software*, 49(8), 610–624. <https://doi.org/10.1134/S0361768823080054>
- Cao, C. H., Tang, Y. N., Zhou, H., Li, Y. L., & Marszalek, Z. (2023). DBSCAN-Based Automatic De-Duplication for Software Quality Inspection Data. *IEEE Access*, 11(February), 17882–17890. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3164192>
- Chren, S., Macák, M., Rossi, B., & Buhnova, B. (2022). Evaluating Code Improvements in Software Quality Course Projects. *ACM International Conference Proceeding Series*, 160–169. <https://doi.org/10.1145/3530019.3530036>
- Faryal, M., Rubab, S., Khan, M. M., Khan, M. A., Shehab, A., Tariq, U., Chelloug, S. A., & Osman, L. (2022). Studying efficacy of traditional software quality parameters in quantum software engineering. *Optical and Quantum Electronics*, 54(10), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11082-022-03943-x>
- Garomssa, S. D., Kannan, R., Chai, I., & Riehle, D. (2022). How Software Quality Mediates the Impact of Intellectual Capital on Commercial Open-Source Software Company Success. *IEEE Access*, 10, 46490–46503. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3170058>
- Iqbal, M., Nuzula, F., & Rochimah, S. (2023). Evaluation of Service Quality in Human Resource Information Systems Using the ISO / IEC 25010. *2023 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, 215–220. <https://doi.org/10.1109/iSemantic59612.2023.10295365>
- Irawan, Y. I., & Negara, E. S. (2022). Evaluation of Software Quality Assurance Silampari Smart City Of Lubuklinggau Based On ISO/IEC 25010:2011 Analysis Model. *Proceedings - 4th International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System, ICIMCIS 2022*, 154–160. <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017834>
- Islam, M., Imran, R., & Hosain, S. (2021). The Evaluation of Enterprise Resource Planning

- using ISO 25010 Based Quality Model. *2021 2nd International Informatics and Software Engineering Conference (IISEC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IISEC54230.2021.9672349>
- ISO. (2024). *ISO 25010*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Jabborov, A., Kharlamova, A., Kholmatova, Z., Kruglov, A., Kruglov, V., & Succi, G. (2023). Taxonomy of Quality Assessment for Intelligent Software Systems: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 11(September), 130491–130507. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3333920>
- Kholifah, A. N., Ashar, M. N., & Rochimah, S. (2023). Functional Suitability Analysis of Indonesian Qur'an Applications Based on ISO 25010. *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, September, 196–201. <https://doi.org/10.1109/EECSI59885.2023.10295819>
- Madyatmadja, E. D., Suhartono, J., Malem Sembiring, D. J., Shabira, P., Surbakti, A. B., & Kusumastuti, D. L. (2022). Challenges of Implementation Business Intelligence: A Systematic Literature Review. *Proceedings of 2022 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech 2022, August*, 571–576. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech55957.2022.9915116>
- Martinez-Fernandez, S., Vollmer, A. M., Jedlitschka, A., Franch, X., Lopez, L., Ram, P., Rodriguez, P., Aaramaa, S., Bagnato, A., Choras, M., & Partanen, J. (2021). Continuously Assessing and Improving Software Quality with Software Analytics Tools: A Case Study. *IEEE Access*, 7, 68219–68239. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2917403>
- Melendrez-Cacedo, G., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Secure Data Model for the Healthcare Industry in Ecuador Using Blockchain Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 252, 479–489. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_43
- Milewicz, R., & Mundt, M. (2023). Towards Evidence-Based Software Quality Practices for Reproducibility: Preliminary Results and Research Directions. *Proceedings of the 1st ACM Conference on Reproducibility and Replicability, REP 2023*, 85–88. <https://doi.org/10.1145/3589806.3600040>
- Narang, P., & Mittal, P. (2023). Continuous Assessment and Improvement of Software Quality with DevOps-Based Hybrid Model of Automation Tools. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 62(2), 412–419. <https://doi.org/10.1134/S1064230723020144>
- Pintado, P., & Wiesner, S. (2020). *Examining Factors of Acceptance and Use of Technology in Digital Services in the Context of Ecuador*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61218-4_12
- Qamar, N., & Malik, A. A. (2021). Birds of a Feather Gel Together: Impact of Team Homogeneity on Software Quality and Team Productivity. *IEEE Access*, 7, 96827–96840. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929152>
- Quichimbo Pereira, G., Pardo Jiménez, K., Arcos-Medina, G., & Avila Pesantez, M. (2021). Management and monitoring of patients in their diet's nutrition using a website. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 15–30. <https://doi.org/10.46480/esj.5.2.106>
- Ranjbarfard, M., & Hatami, Z. (2021). Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Projects (A BI Implementation Methodology Perspective). *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 15, 175–202. <https://doi.org/10.28945/4607>
- Reddy, C. S., Sangam, R. S., & Srinivasa Rao, B. (2019). A Survey on Business Intelligence Tools for Marketing, Financial, and Transportation Services. *Smart Intelligent Computing and Applications*, 495–504. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1927-3_53

- Rojas, M., Jaimes, L., & Valencia, M. (2021). Effectiveness, efficacy and efficiency in teamworks. *Espacios*, 39(6).
- Sánchez, M. (2021). Assessing the quality of MOOC using ISO/IEC 25010. *Proceedings - 2016 11th Latin American Conference on Learning Objects and Technology, LACLO 2016*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/LACLO.2016.7751803>
- Siber, B., & Siber, P. (2022). Comparative Analysis of Usability , Performance , and Security of Open-Source , Windows-Based Password Manager Applications Based on ISO / IEC. *2022 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)*, 178–183. <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017543>
- Tao, C., Gao, J., & Wang, T. (2021). Testing and Quality Validation for AI Software-Perspectives, Issues, and Practices. *IEEE Access*, 7, 120164–120175. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937107>
- Wattiheluw, F. H., Rochimah, S., Fatichah, C., & Abidin, K. Z. (2021). Development of a Quality Model Based on ISO 25010 Using Fuzzy and PSO for E-commerce Websites. *17th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2020*, 250–254. <https://doi.org/10.1109/ECTI-CON49241.2020.9158323>
- Yazici, A., Mishra, A., & Colakoglu, F. N. (2022). Software Product Quality Metrics: A Systematic Mapping Study. *IEEE Access*, 9, 44647–44670. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3054730>
- Yuniasri, D., Damayanti, P., & Rochimah, S. (2021). Performance Efficiency Evaluation Frameworks Based on ISO 25010. *2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, 254–258. <https://doi.org/10.1109/EECCIS49483.2020.9263432>
- Zerega-Prado, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Arquitectura de consolidación de la información para seguros de la salud mediante Big Data. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 0(23 SE-Artículos). <https://doi.org/10.36561/ING.23.3>