

# ESTADO DEL ARTE: MÉTRICAS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE MÓVIL

## STATE OF ART: MOBILE SOFTWARE DEVELOPMENT METRICS

---

### **Jorge Luis Armijos Carrión**

Grupo de Investigación de Ingeniería de Sistemas, Universidad Técnica de Machala, Machala, (Ecuador).

E-mail: [jlarmijos@utmachala.edu.ec](mailto:jlarmijos@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0312-786X>

### **Rodrigo Fernando Morocho Román**

Grupo de Investigación de Ingeniería de Sistemas, Universidad Técnica de Machala, Machala, (Ecuador).

E-mail: [rmorocho@utmachala.edu.ec](mailto:rmorocho@utmachala.edu.ec) ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0194-5033>

### **Fausto Fabián Redrován Castillo**

Grupo de Investigación de Ingeniería de Sistemas, Universidad Técnica de Machala, Machala, (Ecuador).

E-mail: [fredrovan@utmachala.edu.ec](mailto:fredrovan@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9255-9810>

### **Donnis Alberto Torres Apolinario**

Grupo de Investigación de Ingeniería de Sistemas, Universidad Técnica de Machala, Machala, (Ecuador).

E-mail: [dtorres4@utmachala.edu.ec](mailto:dtorres4@utmachala.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5544-7035>

**Recepción:** 10/11/2020 **Aceptación:** 06/08/2021 **Publicación:** 14/09/2021

#### **Citación sugerida:**

Armijos, J. L., Morocho, R. F., Redrován, F. F., y Torres, D. A. (2021). Estado del arte: métricas del desarrollo de software móvil. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 10(3), 17-37. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n3e39.17-37>

## RESUMEN

El mercado de las aplicaciones móviles ha crecido considerablemente en los últimos años, debido a las diversas funcionalidades y servicios que estas ofrecen en diversos ámbitos, su desarrollo debe estar sujeto a normas de calidad que permitan asegurar una mejor experiencia para el usuario. A diferencia del software de escritorio, aún no existen estándares orientados específicamente a medir la calidad de este tipo de aplicaciones, sin embargo, varios autores han considerado la ISO 9126 como referencia para la propuesta de modelos y conjuntos de métricas. Por esta razón ha surgido la necesidad de indagar e identificar los modelos propuestos, con el objetivo de comparar las distintas métricas consideradas para determinar la calidad de una aplicación móvil. La investigación realizada es de carácter heurística, hermenéutica y descriptiva, permitiendo obtener e interpretar la información de los diferentes documentos encontrados en las principales bibliotecas digitales de carácter científico. Los resultados de la investigación demostraron que en los diferentes modelos de calidad propuestos por diversos autores consideran como métricas principales la eficiencia, comprensibilidad, adaptabilidad, interactividad, usabilidad y portabilidad. Además, se plantea que la calidad de las aplicaciones móviles se encuentra determinada por factores inherentes del software como de los dispositivos en los que se implementarán, debido a que, a diferencia de otras aplicaciones como web y escritorio, estas se encuentran limitadas por los recursos de cada uno de los terminales.

## PALABRAS CLAVE

Métricas de Calidad, Software Móvil, Modelos de Calidad, Desarrollo Móvil.

## ABSTRACT

*The market for mobile applications has grown considerably in recent years, due to the various functionalities and services that they provide to their users in various fields, their development must be subject to quality standards that ensure better user experience. Unlike desktop software, there are still no standards specifically aimed at measuring the quality of this type of application, however, several authors have considered ISO 9126 as a reference for the proposal of models and sets of metrics. For this reason, the need to investigate and identify the proposed models has arisen, in order to compare the different metrics considered to determine the quality of a mobile application. The research carried out is of a heuristic, hermeneutical, and descriptive nature, allowing to obtain and interpret the information of the different documents found in the main digital libraries of a scientific nature. The research results showed that in the different quality models proposed by the authors, efficiency, understandability, adaptability, interactivity, usability, and portability are considered as main metrics. In addition, it is suggested that the quality of mobile applications is determined by factors inherent to the software and the devices in which they will be implemented, because, unlike other applications such as web and desktop, these are limited by resources from each of the terminals.*

## KEYWORDS

*Quality Metrics, Mobile Software, Quality Models, Mobile Development.*

# 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las aplicaciones móviles se han convertido en herramientas indispensables para los usuarios, su finalidad es facilitar el desarrollo de actividades cotidianas dentro de las diversas áreas tales como empresarial, entretenimiento, educación, salud, entre otras.

Como en todo software, la calidad es una de las características que siempre hay que tener presente, debido a que es uno de los factores que influye en los procesos de desarrollo de software, así como en la experiencia con el producto que recibe el usuario final (Mishra y Otaiwi, 2020). Sin embargo, actualmente no se dispone de un paradigma de software que permita asegurar la calidad del producto de software móvil (Corral *et al.*, 2015).

Padhy *et al.* (2019) señala que “las métricas de software desempeñan un papel importante en la industria del software,” por esta razón varios autores han propuesto modelos y conjunto de métricas que han considerado relevantes para definir la calidad de una aplicación móvil, a partir de los atributos de la ISO/IEC 9126 tales como eficiencia, usabilidad, portabilidad entre otros.

En base a lo mencionado anteriormente se observa la necesidad de indagar e identificar los modelos propuestos con el objetivo de comparar las distintas métricas consideradas para determinar la calidad de una aplicación móvil.

## 2. ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE

### 2.1. APLICACIONES MÓVILES

**Tabla 1.** Estado del Arte – Aplicaciones Móviles.

Año	Título del Libro	Contenido
2016	Analyzing and automatically labelling the types of user issues that are raised in mobile app reviews	“El mercado de aplicaciones móviles sigue creciendo a un ritmo muy rápido con miles de desarrolladores, miles de aplicaciones y millones de dólares en ingresos.” (McIlroy <i>et al.</i> , 2016).

2017	Aplicación de Dispositivos Móviles en la Medición de los Niveles de Radiación Ultravioleta y su Validación en el Distrito de Chulucanas Región Piura Perú	“Se denomina App a una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles con la finalidad de facilitar al usuario la consecución de tareas, operaciones o gestiones del día a día.” (Mimbela <i>et al.</i> , 2017).
2018	Studying the dialogue between users and developers of free apps in the Google Play Store	“Las aplicaciones móviles continúan ganando popularidad rápidamente en los últimos años. Las aplicaciones móviles pueden ser descargadas de tiendas de aplicaciones, como Google Play Store, que tiene más de 3.1 millones de aplicaciones disponibles en julio de 2017.” (Hassan <i>et al.</i> , 2018).

**Fuente:** elaboración propia.

De acuerdo con Hassan *et al.* (2018), McIlroy *et al.* (2016), y Mimbela *et al.* (2017), las aplicaciones móviles están enfocadas en ayudar al usuario con sus actividades diarias, tanto personales, profesionales, entretenimiento, entre otras, las mismas que pueden ser utilizadas desde dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tabletas. Acceder a este tipo software es muy fácil gracias a las distintas plataformas de distribución existentes para cada tipo de sistema que utilizan los dispositivos. Actualmente la comunidad que utiliza y desarrolla este tipo de aplicaciones es muy amplia, lo que ha permitido que se conviertan en herramientas indispensables para muchas áreas como empresarial, educación y salud. Rasool y Ali (2020) mencionan que “el éxito de aplicaciones móviles depende de su calidad, fiabilidad, corrección, rendimiento y satisfacción general de los usuarios.”

## 2.1. MÉTRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE MÓVIL

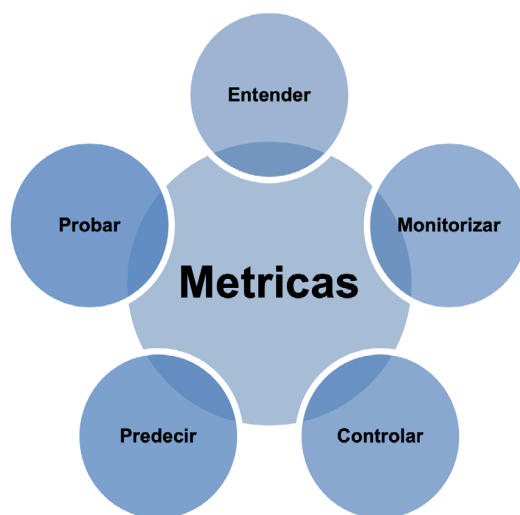
**Tabla 2.** Estado del arte – Métricas de Calidad de Software Móvil.

Año	Título del Libro	Contenido
2014	Comparación de modelos de calidad, factores y métricas	“Las métricas se definen para cada criterio de calidad, son medidas cuantitativas que indican el grado en el que está presente un atributo en el producto.” (Constanzo <i>et al.</i> , 2014).
2015	A Framework for Evaluating the Software Product Quality of Pregnancy Monitoring Mobile Personal Health Records	“Las métricas de este modelo miden hasta qué punto un producto satisface las necesidades de usuarios específicos en un contexto de uso específico.” (Idri <i>et al.</i> , 2015).
2016	Defining usability quality metric for mobile game prototype using software attributes	“La calidad dentro de la ingeniería de software hace referencia a la capacidad del producto de software para satisfacer los requisitos del usuario o sus expectativas.” (Pavapootanont y Prompoon, 2015).

2016	Deriving thresholds of software metrics to predict faults on open source software: Replicated case studies	“Las métricas de software tienen como objetivo reflejar la calidad interna de los sistemas de software.” (Arar y Ayan, 2016).
2018	Android Quality Measurement in Metrics and Findings	“Las métricas y los hallazgos son tipos de medición de software calidad.” (Sutino <i>et al.</i> , 2018).

**Fuente:** elaboración propia.

El desarrollo de un software de calidad en alineación a los requerimientos del cliente tiene como base la aplicación de un conjunto de métricas que permiten evaluar su calidad interna y externa. Es importante identificar las distintas perspectivas existentes acerca de la calidad del software por parte de los interesados en el proyecto, previo a la selección del modelo y conjunto de métricas, debido a que, para el usuario, la calidad puede significar sencillez de aprendizaje, mientras que para un director de proyectos o programadores la calidad puede verse reflejada como eficiencia en el desempeño y compatibilidad. Las métricas permiten realizar una serie de actividades dentro de las etapas de desarrollo y mantenimiento del software como se ilustra en la Figura 1.



**Figura 1.** Funciones de las métricas.

**Fuente:** elaboración propia.

## 2.1. MODELOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD A NIVEL DE PRODUCTO

**Tabla 3.** Modelos y estándares de calidad a Nivel de Producto.

Nombre	Características	Factores de Calidad
MSQM	“Este modelo se centra en las cualidades clave de plataformas y aplicaciones móviles... no está restringido a las cualidades de software dadas, sino que es fácilmente extensible para cualquier necesidad específica de la aplicación.” (Franke <i>et al.</i> , 2012).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad</li> <li>• Extensibilidad</li> <li>• Adaptabilidad</li> <li>• Portabilidad</li> <li>• Usabilidad</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Persistencia de Datos</li> </ul>
PACMAD	“Los dispositivos móviles requieren modelos específicos. Se pueden agregar servicios de funcionalidad adicionales a una aplicación de software para permitir al usuario un mayor logro con la aplicación.” (Saleh <i>et al.</i> , 2015).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectividad</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Satisfacción</li> <li>• Capacidad de aprendizaje</li> <li>• Memorizabilidad</li> <li>• Errores</li> <li>• Carga cognitiva</li> </ul>
ISO/IEC 25010 SQUARE	“Sirve como marco para garantizar que todos los aspectos de la calidad se consideren desde el punto de vista interno, externo y de calidad en el uso.” (Idri <i>et al.</i> , 2015).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idoneidad funcional</li> <li>• Confiabilidad</li> <li>• Eficiencia en el desempeño</li> <li>• Operabilidad</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Compatibilidad</li> <li>• Mantenibilidad</li> <li>• Portabilidad</li> </ul>
ISO/IEC 9126	“Hemos desarrollado un marco para utilizar la ISO 9126, en particular su modelo de calidad externa, para hacer frente a las limitaciones de los entornos móviles que se componen principalmente en dos subcategorías” (Moumane <i>et al.</i> , 2016).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionalidad</li> <li>• Fiabilidad</li> <li>• Usabilidad</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Portabilidad</li> </ul>
MAUEM	“Proporciona orientación sobre cómo y qué medir para cada atributo de usabilidad, lo que podría conducir a una evaluación de usabilidad completa para una aplicación móvil.” (Saleh <i>et al.</i> , 2017).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia</li> <li>• Efectividad</li> <li>• Satisfacción</li> <li>• Capacidad de aprendizaje</li> <li>• Memorizabilidad</li> <li>• Errores</li> <li>• Carga cognitiva</li> <li>• Interrumpibilidad</li> <li>• Sencillez</li> </ul>

C&K	“Desde la definición de Chidamber y Kemerer, las métricas de OO han ganado popularidad y se las conoce brevemente como el conjunto de métricas de C & K para evaluar la calidad del software.” (Gezici <i>et al.</i> , 2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenibilidad</li> <li>• Comprensibilidad</li> <li>• Usabilidad</li> <li>• Reutilización</li> <li>• Testabilidad</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Portabilidad</li> </ul>
-----	---	---

**Fuente:** elaboración propia.

El rápido crecimiento del mercado de las aplicaciones móviles ha llevado a la industria de software a plantearse modelos que permitan definir métricas para el aseguramiento de la calidad de las mismas. Muchos de los modelos toman como referencia factores de la ISO/IEC 9126 como eficiencia, portabilidad y mantenibilidad. Por otro lado, algunos modelos prestan más atención a la usabilidad, como PACMAD y MAUEM de los que resaltan la capacidad de aprendizaje y carga cognitiva.

## 2.1. MODELOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD A NIVEL DE PROCESOS

**Tabla 4.** Modelos y estándares de calidad a Nivel de Procesos.

Nombre	Características	Factores de Calidad
ISO/IEC 15504 SPICE	“Permite a las organizaciones aumentar la madurez de sus procesos de desarrollo de software mediante la mejora continua.” (Quintal y Macías, 2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro</li> <li>• Gestión del Modelo de Ciclo de Vida</li> <li>• Planificación</li> <li>• Evaluación y Control</li> <li>• Medición</li> <li>• Análisis de Requisitos del Sistema</li> <li>• Aseguramiento de la Calidad</li> </ul>
ISO/IEC 9001:2015	“El enfoque del proceso implica la definición y gestión sistemática de los procesos, y sus interacciones, con el fin de lograr los resultados previstos de acuerdo con la política de calidad y la dirección estratégica de la organización.” (“ISO 9001:2015(en), Quality management systems — Requirements”, s. f.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance</li> <li>• Referencias normativas</li> <li>• Términos y definiciones</li> <li>• Contexto de la organización</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Planificación</li> <li>• Evaluación del desempeño</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia.



García menciona que “las organizaciones de software son muy conscientes de que las implementaciones de procesos de software bien definidos mejoran el desarrollo de productos de software y su calidad” (García-García *et al.*, 2019), por esta razón es importante conocer los modelos aplicados durante el desarrollo de aplicaciones móviles y como aportan a la calidad de las mismas. En la Figura 2 se puede observar las responsabilidades de la gestión de procesos de software.

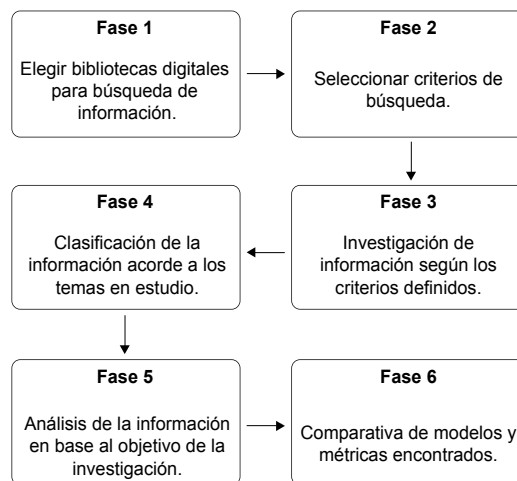


**Figura 2.** Responsabilidades de la gestión de procesos de software.

**Fuente:** elaboración propia.

### 3. METODOLOGÍA

La investigación es de carácter heurística, hermenéutica y descriptiva, permitiendo obtener e interpretar la información de los diferentes documentos científicos. Para efectuar la presente investigación se ha establecido varias fases las cuales se detallan en la Figura 3.



**Figura 3.** Funciones de las métricas.

**Fuente:** elaboración propia.

### 3.1. BIBLIOTECAS DIGITALES

Para asegurar la fiabilidad de la información de esta investigación se ha seleccionado algunas de las principales plataformas de búsqueda de información científica las cuales se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Bibliotecas Digitales.

Biblioteca	Sitio Web
Springer Link	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
ACM Digital Library	<a href="https://dl.acm.org/">https://dl.acm.org/</a>
IEEE Xplore Digital Library	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>
ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
ELSEVIER	<a href="https://www.elsevier.es/es">https://www.elsevier.es/es</a>

**Fuente:** elaboración propia.

Se ha considerado estas bibliotecas por su extensa colección de documentos de carácter científico además de indexar revistas con factor de impacto.

### 3.2. CRITERIOS DE BÚSQUEDA

Para facilitar la búsqueda de información se ha utilizado algunas palabras clave relacionadas al tema de métricas del desarrollo de software móvil, las cuales se detallan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Keywords.

N.º	KEYWORDS
1	mobile software quality
2	mobile app quality
3	mobile app quality metrics
4	mobile app quality metrics
5	mobile app quality factors
6	mobile application quality criteria
7	mobile software quality criterio
8	quality evaluation mobile applications
9	quality evaluation mobile software

**Fuente:** elaboración propia.

Con los resultados obtenidos se procederá a la clasificación de los documentos para obtener un conjunto más reducido de artículos y que se acerquen más a los temas en estudio.

Se continua con al análisis del conjunto de artículos clasificados con el objetivo de extraer las contribuciones de los autores acordes a la investigación y desarrollar el estado del arte.

## 4. RESULTADOS

Definir la calidad de un software móvil requiere el análisis de diversas métricas que estén acorde a su contexto, debido a que este tipo de software se desarrolla teniendo presente el campo de aplicación y las limitaciones de los dispositivos donde se utilizarán, como batería, capacidad de procesamiento, memoria, dimensiones de pantalla, red, ente otras, tal como se evidencia en la las investigaciones de otros autores en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Métricas consideradas para la calidad de aplicaciones móviles.

Investigaciones	Métricas consideradas
(Syer <i>et al.</i> , 2015)	Dependencia de Plataforma Móvil (SO)
(Noei <i>et al.</i> , 2017)	Interfaz Rendimiento Tamaño
(Mendonça <i>et al.</i> , 2019)	Energía Tiempo de ejecución Disponibilidad Conexión Rendimiento

(Pandey <i>et al.</i> , 2019)	Funcionalidad Interfaz Rendimiento Compatibilidad Conexión Tiempo de respuesta, Energía Seguridad
(Maia <i>et al.</i> , 2019)	Energía Memoria Almacenamiento Rendimiento, Pantalla, Dependencia de red, Usabilidad Mantenibilidad Portabilidad Eficiencia Compatibilidad Satisfacción
(Xiang <i>et al.</i> , 2020)	Rejuvenecimiento del software Confiabilidad Disponibilidad
(Soui <i>et al.</i> , 2020)	Interfaz de Usuario Móvil (MUI) Interacción Usabilidad Eficacia
(Rodrigues <i>et al.</i> , 2020)	Funcionalidad Estética Entretenimiento Interactividad
(Biørn-Hansen <i>et al.</i> , 2020)	Multiplataforma Rendimiento

(Davalbhakta <i>et al.</i> , 2020)	Funcionabilidad Amigable Interactiva Accesibilidad
------------------------------------	---

**Fuente:** elaboración propia.

La ausencia de estas características puede impactar en menor o mayor grado la calidad, y a pesar de que existen varios factores importantes que se debe considerar al momento de desarrollar una aplicación móvil, aún no existe un estándar específico para este tipo de software.

En la Tabla 8 se puede visualizar un análisis realizado a partir de las investigaciones de las Tablas 3 y 7 para comprender la relación existente entre las métricas y modelos propuestos por otros investigadores.

**Tabla 8.** Métricas de calidad y su relación con modelos propuestos.

Métricas de calidad	Modelo MSQM	Modelo PACMAD	ISO/IEC 9126	ISO/IEC 25010	Modelo MAUEM	Modelo C&K	TOTAL
Portabilidad	x		x	x		x	4
Funcionabilidad			x	x			1
Eficiencia	x	x	x	x	x	x	6
Efectividad		x			x		2
Confiabilidad			x	x			2
Compatibilidad	x			x		x	3
Flexibilidad	x						1
Mantenibilidad			x	x		x	3
Comprensibilidad		x			x	x	3
Operabilidad				x			1
Seguridad				x			1
Persistencia de datos	x				x		2
Adaptabilidad	x						1

Accesibilidad						0
Interactividad						0
Rendimiento						0
Dependencia de Red						0
Almacenamiento						0
Extensibilidad	x					1
Carga Cognitiva		x			x	2

**Fuente:** elaboración propia.

La eficiencia, compatibilidad, comprensibilidad, y portabilidad son las métricas que más relevancia tienen en todos los normas y modelos propuestos, resaltando de ellos la ISO/IEC 25010 que posee gran parte de estos atributos, a pesar de ello no evalúa factores externos propios de los dispositivos móviles como la capacidad de rendimiento, almacenamiento, dependencia de red, y características de la interfaz como accesibilidad e interactividad que autores como Davalbhakta *et al.* (2020), Noei *et al.* (2017), y Soui *et al.* (2020) consideran de gran importancia.

#### 4.1. MÉTRICAS DE CALIDAD PARA SOFTWARE MÓVIL

Para determinar la calidad de las aplicaciones móviles se deben evaluar diversos factores propios del software como de los dispositivos en los que se implementarán, debido a que, a diferencia de otras aplicaciones como web y escritorio, estas se encuentran limitadas por los recursos de cada uno de los terminales.

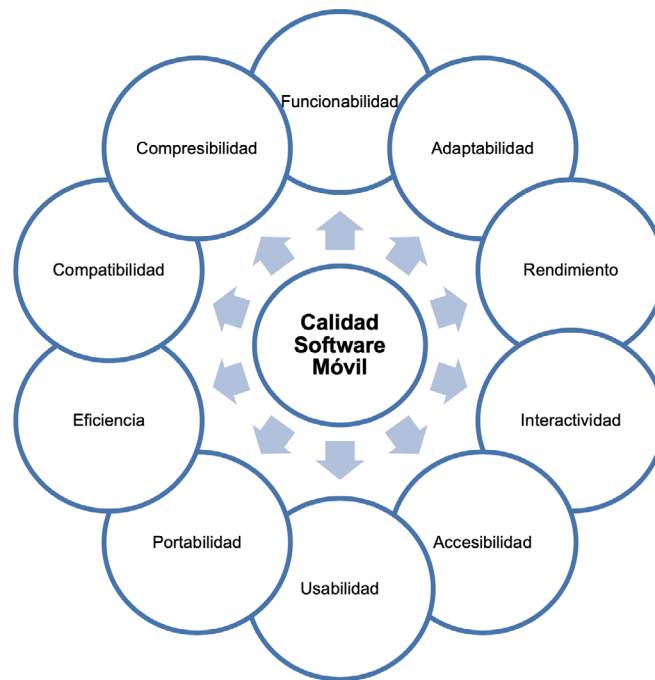
Las normas, modelos y conjunto de métricas propuestos por diversos autores consideran que una aplicación móvil de calidad utiliza de forma óptima los recursos del dispositivo como memoria, almacenamiento, pantalla y red para mejorar la experiencia de usuario.

La interacción y accesibilidad son características de calidad que se deben considerar en las aplicaciones móviles, para ello los componentes de la interfaz de usuario deben estar bien distribuidos debido a

que las pantallas que ofrecen los dispositivos son de pequeñas dimensiones, obteniendo así una interfaz amigable para el cliente.

Otra característica de calidad y que va ligada a la interfaz, es la carga cognitiva que los usuarios experimentan al momento de utilizar una aplicación, esta debe ser mínima, es decir no requerirá de mucho esfuerzo para utilizar el software o recordar cómo funciona.

El mercado de las aplicaciones móviles a la fecha de esta investigación se encuentra dividido en dos grandes plataformas, iOS y Android, esta es la particular razón por la que las aplicaciones móviles deben considerar la característica de ser portables y multiplataforma sin que esto afecte de manera significativa el rendimiento y eficiencia de la misma.



**Figura 4.** Métricas de calidad para Software Móvil.

**Fuente:** elaboración propia.

## 4. DISCUSIÓN

La investigación realizada nace ante la necesidad de conocer las métricas de calidad utilizadas para el desarrollo de software móvil y mediante el análisis de los documentos expuestos por diversos autores, se ha logrado responder esta incógnita.

Olivera y Paz (2018) mencionan que la ISO/IEC 9126 posee una gran variedad de métricas utilizadas para medir la calidad del software tales como la portabilidad, usabilidad y eficiencia, por esta razón varios investigadores la utilizan como base para la propuesta de modelos y métricas que permitan determinar la calidad de las aplicaciones móviles. Sin embargo, Maia *et al.* (2019) plantean la necesidad de considerar otros factores propios de los dispositivos que ejecutan este tipo de aplicaciones, tales como memoria, red, almacenamiento y pantalla debido a que influyen en el funcionamiento de las mismas. De igual manera, Soui *et al.* (2020) consideran que la pantalla de los dispositivos como teléfonos inteligentes es una limitante para las apps, razón por la que considera la interactividad y accesibilidad proporcionada por la interfaz como métricas importantes en la calidad de un aplicativo móvil.

Considerando las opiniones de los diversos autores se puede definir que las métricas de calidad para las aplicaciones móviles son muy variables por los diversos contextos en las que son utilizadas. Por esta razón se cree necesario para futuros trabajos la implementación de estándares o modelos que permitan reunir las métricas desde las perspectivas mencionadas.

## 5. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir mencionado que los diversos modelos y conjuntos de métricas propuestos por otros autores toman como referencia los factores de calidad planteados por la ISO/IEC 9126.



Otros autores sugieren tomar en cuenta factores que no se mencionan dentro de los modelos propuestos, como características propias de los dispositivos ya que se consideran que estas también influyen en la calidad de una aplicación.

Uno de los estándares que aborda la mayor cantidad de métricas propuestas por los autores es la ISO/IEC 25010 también denominada SQUARE la cual garantiza la calidad interna, externa y de uso, sin embargo, no es norma específicamente diseñada para el análisis de la calidad de aplicaciones móviles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arar, Ö. F., y Ayan, K.** (2016). Deriving thresholds of software metrics to predict faults on open source software: Replicated case studies. *Expert Systems with Applications*, 61, 106-121. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.05.018>
- Biørn-Hansen, A., Rieger, C., Grønli, T.-M., Majchrzak, T. A., y Ghinea, G.** (2020). An empirical investigation of performance overhead in cross-platform mobile development frameworks. *Empirical Software Engineering*, 25(4), 2997-3040. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09827-6>
- Constanzo, M. A., Casas, S. I., y Marcos, C. A.** (2014). Comparación de modelos de calidad, factores y métricas. *Informe Científico Técnico UNPA*, 6(1), 1-36. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v6i1.89>
- Corral, L., Sillitti, A., y Succi, G.** (2015). Software assurance practices for mobile applications. *Computing*, 97(10), 1001-1022. <https://doi.org/10.1007/s00607-014-0395-8>
- Davalbhakta, S., Advani, S., Kumar, S., Agarwal, V., Bhojar, S., Fedirko, E., Misra, D. P., Goel, A., Gupta, L., y Agarwal, V.** (2020). A Systematic Review of Smartphone Applications Available for Corona Virus Disease 2019 (COVID19) and the Assessment of their Quality Using the Mobile Application Rating Scale (MARS). *Journal of Medical Systems*, 44(9), 164. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01633-3>

- Franke, D., Kowalewski, S., y Weise, C.** (2012). A Mobile Software Quality Model. En *2012 12th International Conference on Quality Software*, 154-157. <https://doi.org/10.1109/QSIC.2012.49>
- García-García, J. A., Enríquez, J. G., y Domínguez-Mayo, F. J.** (2019). Characterizing and evaluating the quality of software process modeling language: Comparison of ten representative model-based languages. *Computer Standards & Interfaces*, 63, 52-66. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.11.008>
- Gezici, B., Tarhan, A., y Chouseinoglou, O.** (2019). Internal and external quality in the evolution of mobile software: An exploratory study in open-source market. *Information and Software Technology*, 112, 178-200. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.04.002>
- Hassan, S., Tantithamthavorn, C., Bezemer, C.-P., y Hassan, A. E.** (2018). Studying the dialogue between users and developers of free apps in the Google Play Store. *Empirical Software Engineering*, 23(3), 1275-1312. <https://doi.org/10.1007/s10664-017-9538-9>
- Idri, A., Bachiri, M., y Fernández-Alemán, J. L.** (2015). A Framework for Evaluating the Software Product Quality of Pregnancy Monitoring Mobile Personal Health Records. *Journal of Medical Systems*, 40(3), 50. <https://doi.org/10.1007/s10916-015-0415-z>
- ISO 9001:2015(en), Quality management systems—Requirements.** (s. f.). <https://www.iso.org/obp/ui>
- Maia, V., Gonçalves, T. G., y da Rocha, A. R. C.** (2019). Quality Characteristics of Mobile Applications: A Survey in Brazilian Context. *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Software Quality*, 109–118. <https://doi.org/10.1145/3364641.3364654>
- McIlroy, S., Ali, N., Khalid, H., y E. Hassan, A.** (2016). Analyzing and automatically labelling the types of user issues that are raised in mobile app reviews. *Empirical Software Engineering*, 21(3), 1067-1106. <https://doi.org/10.1007/s10664-015-9375-7>

- Mendonça, J., Andrade, E., y Lima, R.** (2019). Assessing mobile applications performance and energy consumption through experiments and Stochastic models. *Computing*, 101(12), 1789-1811. <https://doi.org/10.1007/s00607-019-00707-6>
- Mimbela, N. J. D., Rubio, L. R., Jiménez, J. C., y Domínguez, Y. V.** (2017). Aplicación de Dispositivos Móviles en la Medición de los Niveles de Radiación Ultravioleta y su Validación en el Distrito de Chulucanas Región Piura Perú. *Revista Ingenierías USBMed*, 8(1), 49-55.
- Mishra, A., y Otaiwi, Z.** (2020). DevOps and software quality: A systematic mapping. *Computer Science Review*, 38, 100308. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100308>
- Moumane, K., Idri, A., y Abran, A.** (2016). Usability evaluation of mobile applications using ISO 9241 and ISO 25062 standards. *SpringerPlus*, 5(1), 548. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2171-z>
- Noei, E., Syer, M. D., Zou, Y., Hassan, A. E., y Keivanloo, I.** (2017). A study of the relation of mobile device attributes with the user-perceived quality of Android apps. *Empirical Software Engineering*, 22(6), 3088-3116. <https://doi.org/10.1007/s10664-017-9507-3>
- Olivera, C., y Paz, F.** (2018). A Web System and Mobile App to Improve the Performance of the Usability Testing Based on Metrics of the ISO/IEC 9126 and Emocards. En A. Marcus & W. Wang (Eds.), *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice* (pp. 479-495). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_35)
- Padhy, N., Panigrahi, R., y Neeraja, K.** (2019). *Threshold estimation from software metrics by using evolutionary techniques and its proposed algorithms, models*. Evolutionary Intelligence. <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00201-0>
- Pandey, M., Litoriya, R., y Pandey, P.** (2019). Novel Approach for Mobile Based App Development Incorporating MAAF. *Wireless Personal Communications*, 107(4), 1687-1708. <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06351-9>

- Pavapootanont, S., y Prompoon, N.** (2015). Defining usability quality metric for mobile game prototype using software attributes. En *2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 730-736. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2015.7339161>
- Quintal, C., y Macías, J. A.** (2020). *Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility*. Universal Access in the Information Society. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00726-7>
- Rasool, G., y Ali, A.** (2020). Recovering Android Bad Smells from Android Applications. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(4), 3289-3315. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04365-1>
- Rodrigues, A. T., Sousa, C. T., Pereira, J., Figueiredo, I. V., y Lima, T. de M.** (2020). *Mobile Applications (Apps) to Support the Hepatitis C Treatment: A Systematic Search in App Stores*. Therapeutic Innovation & Regulatory Science. <https://doi.org/10.1007/s43441-020-00201-8>
- Saleh, A., Isamil, R. B., y Fabil, N. B.** (2015). Extension of pacmad model for usability evaluation metrics using Goal Question Metrics (GQM) approach. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 79(1). <http://www.jatit.org/volumes/Vol79No1/11Vol79No1.pdf>
- Saleh, A., Ismail, R., y Fabil, N.** (2017). Evaluating Usability for Mobile Application: A MAUEM Approach. *Proceedings of the 2017 International Conference on Software and e-Business*, 71–77. <https://doi.org/10.1145/3178212.3178232>
- Soui, M., Chouchane, M., Mkaouer, M. W., Kessentini, M., y Ghedira, K.** (2020). Assessing the quality of mobile graphical user interfaces using multi-objective optimization. *Soft Computing*, 24(10), 7685-7714. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04391-8>
- Sutino, Q. L., Maryamah, y Rochimah, S.** (2018). Android Quality Measurement in Metrics and Findings. En *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, 365-370. <https://doi.org/10.1109/EECCIS.2018.8692832>

**Syer, M. D., Nagappan, M., Adams, B., y Hassan, A. E.** (2015). Studying the relationship between source code quality and mobile platform dependence. *Software Quality Journal*, 23(3), 485-508.

<https://doi.org/10.1007/s11219-014-9238-2>

**Xiang, J., Weng, C., Zhao, D., Andrzejak, A., Xiong, S., Li, L., y Tian, J.** (2020). Software aging and rejuvenation in android: New models and metrics. *Software Quality Journal*, 28(1), 85-106.

<https://doi.org/10.1007/s11219-019-09475-0>