



República del Ecuador

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil – UTEG
Facultad de Posgrado e Investigación

Tesis en opción al título de Magister en:
Sistemas de Información Gerencial

Tema de Tesis:

Evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo.

Autor:

Ing. Francisco Marcelo Ramos Secaira

Director de Tesis:

Ing. Kleber Loayza, MBA

Septiembre 2019

Guayaquil – Ecuador

Declaración Expresa

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Graduación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **“UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL”**.”

(Reglamento de Graduación de la UTEG)

Ing. Marcelo Ramos Secaira

C.I. 0803305283

Dedicatoria

Con gratitud y respeto, el trabajo de investigación va dedicado a mi madre Laura Elena Secaira Morales, por ser el motor de motivación, el cual me permitió estudiar el posgrado.

A mi padre Francisco Miguel Ramos por brindar su apoyo incondicional en cada etapa de la maestría, por inculcar valores, principios, enseñanzas, y muestra de perseverancia y determinación.

A mis familiares por el cariño y respeto que siento por ellos, por estar en los momentos más importantes y cruciales de mi vida.

A Dios por darme la sabiduría y el poder de entendimiento a lo largo del estudio de la Maestría de Sistemas de Información Gerencial.

Francisco Marcelo Ramos Secaira

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por darme la sabiduría y la perseverancia para desarrollar el trabajo de investigación.

A mi madre por el incansable desvelo moral, que actualmente forma parte de mi triunfo alcanzado.

A la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, por brindar los conocimientos necesarios para alcanzar el éxito empresarial, a su cuerpo docente, quienes ayudaron a descubrir mi mejor versión en el mundo de los negocios.

A mi Asesor Mg. Kleber Loaiza quien le debo toda mi dedicación y por su excelencia catedrática al momento de enseñar y corregir.

Francisco Marcelo Ramos Secaira

ÍNDICE GENERAL

Declaración Expresa.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
GLOSARIO DE TÉRMINOS	VII
ÍNDICE DE FÍGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
Resumen	XI
Abstract	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TÉORICO CONCEPTUAL	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Planteamiento del problema de investigación	4
1.2.1. Formulación del problema	7
1.2.2. Sistematización del problema.....	7
1.3. Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Justificación de la investigación	8
1.5. Marco de referencia de la investigación	9
1.5.1. La calidad del software.....	9
1.5.2. Modelos de evaluación de la calidad del software	10
1.5.2.1. Modelo CMMI.....	10
1.5.2.2. Modelo Mosca.....	11
1.5.2.3. Modelo FURPS	12
1.5.2.4. Modelo de McCall	13
1.5.2.5. Modelo Behm.....	14
1.5.2.6. Modelo Gilb.....	15
1.5.2.7. Modelo de Deutsch y Willis	16
1.5.3. Comparación de otras teorías de modelos de evaluación	17
1.5.4. Selección del modelo de evaluación.....	19

1.5.4.1.	Definición de la problemática de la calidad del software a partir de la utilización de un instrumento	19
1.5.4.2.	Selección del modelo conceptual aplicado a la investigación.	20
1.5.4.3.	Definición de la variable independiente basado en un modelo de evaluación de la calidad del software	21
1.5.4.4.	Análisis clúster	22
1.5.4.5.	Regresión lineal múltiple	22
1.5.4.6.	Diagrama de cajas	22
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO		23
2.1.	Tipo de diseño, alcance y enfoque de la investigación.....	23
2.2.	Métodos de investigación.....	24
2.2.1.	Método de la observación.....	24
2.2.2.	Método deductivo	24
2.2.3.	Método histórico – lógico	24
2.2.4.	Método estadístico	24
2.3.	Unidad de análisis, población y muestra	24
2.4.	Variables de la investigación, operacionalización	26
2.5.	Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de información .	28
2.5.1.	Fuentes para la recolección de información	28
2.5.1.1.	Fuentes de tipo primario	28
2.5.1.2.	Fuentes secundarias.....	28
2.5.2.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información	29
2.5.2.1.	Técnica de investigación de campo	29
2.5.2.2.	Técnica de investigación estadística	29
2.5.2.3.	Técnica de investigación documental.....	30
2.6.	Tratamiento de la información.....	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
3.1.	Análisis de la situación actual	31
3.1.1.	Breve reseña histórica de las TIC en el Ecuador	31
3.1.2.	La industria del software en Ecuador.....	32
3.1.3.	Análisis FODA.....	33
3.1.4.	Análisis FOFADODA	34
3.1.5.	Análisis y tratamiento de riesgos	35
3.2.	Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas.....	36

3.2.1.	Análisis de la obtención de la calidad	36
3.2.2.	Análisis clúster	37
3.2.3.	Análisis correlacional de variables	37
3.2.4.	Análisis descriptivo de las variables	38
3.2.5.	Análisis de diagrama de cajas	39
3.2.6.	Análisis univariado.....	40
3.2.7.	Análisis multivariado.....	41
3.2.7.1.	Covarianza de la variable calidad con las variables X.....	41
3.2.7.2.	Correlación de la variable “calidad” con las variables X	42
3.2.7.3.	Diagrama de dispersión	43
3.3.	Presentación de resultados y discusión	45
3.3.1.	Modelo de regresión lineal múltiple	45
3.3.2.	Representación de los modelos de calidad	46
3.3.2.1.	Modelo de calidad Uno	46
3.3.2.2.	Modelo de calidad Dos.....	47
CONCLUSIONES		48
RECOMENDACIONES		49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS		50

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Significado
ISO	Organización Internacional de Estandarización
GQM	Meta, pregunta, y métrica
PSP	Proceso de software personal
SRI	Servicio de Rentas Internas
IP	Protocolo de Internet
QFD	Despliegue de la función de calidad
TRIZ	Teoría para resolver problemas de inventiva
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
Outsourcing	Subcontratación o externalización, en el cual una organización contrata a otras empresas para que se hagan cargo de una actividad o producción.
CMMI	Modelo de madurez de capacidades e integración
Mosca	Modelo Sistémico de Calidad del Software
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
GOE	Gobierno Electrónico de Ecuador
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información
SEMPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
FODA	Fortalezas, obligaciones, debilidades, y amenazas
Análisis Clúster	Es una técnica estadística que busca agrupar variables, tratando de lograr la máxima homogeneidad.
Univariado	Consiste en el análisis de cada una de las variables estudiadas por separado.
Multivariado	Se enfoca en las relaciones entre las variables.
Correlación	Constituye una técnica estadística que nos indica si dos variables están relacionadas o no.
Covarianza	Es un valor que indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias.
Regresión lineal múltiple	El modelo de regresión múltiple nos proporciona una ecuación para relacionar la densidad de la calidad con el resto de variables.
PHVA	Planificar – Verificar – Hacer – Actuar
ISO 27002:2013	Norma Internacional de la Seguridad de la Información

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de madurez de capacidades e integración.	10
Figura 2: Modelo sistémico de calidad de software.	11
Figura 3: Modelo de calidad FURPS.	12
Figura 4: Modelo de calidad de McCall.	13
Figura 5: Modelo de calidad Boehm.	14
Figura 6: Modelo de calidad Gilb.	15
Figura 7: Modelo de Deutsch y Willis.	16
Figura 8: Relación variable dependiente y variable independiente.	19
Figura 9: Modelo conceptual aplicado a la investigación.	20
Figura 10: Exportación e importación de software en Ecuador.	32
Figura 11: Dendograma de la calidad del software.	36
Figura 12: Análisis de clúster con todas las características.	37
Figura 13: Diagrama de cajas.	39
Figura 14: Diagrama de dispersión, usabilidad versus calidad.	43
Figura 15: Diagrama de dispersión, integridad versus calidad.	43
Figura 16: Diagrama de dispersión, eficiencia versus calidad.	44
Figura 17: Diagrama de dispersión, fiabilidad versus calidad.	44
Figura 18: Diagrama de dispersión, reusabilidad versus calidad.	45
Figura 19: Modelo de calidad Uno.	46
Figura 20: Modelo de calidad Dos.	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Perspectivas, variables y dimensiones del modelo McCall.	17
Cuadro 2: Categoría, variables y descripción del modelo de Deutsch y Willis... ..	18
Cuadro 3: Comparación de modelos de la calidad del software.	18
Cuadro 4: Variables del Modelo McCall.	21
Cuadro 5: Formula de la Muestra.	25
Cuadro 6: Ponderación y Normalización de Datos.	30
Cuadro 7: Matriz de análisis FODA.	33
Cuadro 8: Análisis FOFADODA.	34
Cuadro 9: Matriz de riesgos y controles de la ISO 27002:2013 Seguridad de la Información.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala numérica para la evaluación de las dimensiones.....	29
Tabla 2: Análisis correlacional de variables.	37
Tabla 3: Análisis descriptivo de las variables.	38
Tabla 4: Análisis univariado.	40
Tabla 5: Análisis de covarianza, entre variable calidad y variables X.	41
Tabla 6: Análisis correlacional, entre variable calidad y variables X.	42

Resumen

El presente trabajo de investigación abarca temas relacionados con la calidad del software, por tratarse del desarrollo y crecimiento en las empresas de servicios tecnológicos de la ciudad de Santo Domingo de la República del Ecuador, el estudio se fundamenta en el modelo de calidad McCall, por el hecho de tener múltiples variables y dimensiones que cubren las necesidades de la presente investigación, se analizan las variables mantenibilidad, flexibilidad, testeabilidad, portabilidad, reusabilidad, la interoperabilidad, corrección, fiabilidad, eficiencia, integridad, y usabilidad. El estudio de investigación es de carácter descriptivo y correlacional, debido al proceso de métodos empleados y a la operacionalización de las variables y métricas. Igualmente, se aporta en la investigación con una metodología mixta, siendo sus rutas cualitativas y cuantitativas, tiene ruta cualitativa por la extracción de datos documentales y revisión bibliográfica, y una ruta cuantitativa por hacer uso de datos numéricos, además, se aplican métodos de la observación, deductivo, histórico, y medición. Se obtiene como resultado dos modelos de calidad mediante el análisis estadístico de datos no supervisados. Por otra parte, se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple aplicando datos supervisados, donde se determinó que la calidad del software en Santo Domingo, depende significativamente de las variables: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad.

Palabras Claves: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad.

Abstract

This research work covers topics related to software quality, because it is the development and growth in technology services companies of the city of Santo Domingo of the Republic of Ecuador, the study is based on the McCall quality model, by Having multiple variables and dimensions that cover the needs of the present investigation, the variables maintainability, flexibility, testability, portability, reusability, interoperability, correction, reliability, efficiency, integrity, and usability are analyzed. The research study is descriptive and correlational, due to the process of methods used and the operationalization of the variables and metrics. Likewise, it is contributed in the investigation with a mixed methodology, being its qualitative and quantitative routes, it has a qualitative route for the extraction of documentary data and bibliographic review, and a quantitative route for making use of numerical data, in addition, methods of the observation, deductive, historical, and measurement. Two quality models are obtained as a result through the statistical analysis of unsupervised data. On the other hand, a multiple linear regression model was obtained applying supervised data, where it was determined that the quality of the software in Santo Domingo, depends significantly on the variables: usability, integrity, efficiency, reliability, reusability.

Keywords: usability, integrity, efficiency, reliability, reusability.

INTRODUCCIÓN

Antes de la llegada de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), las empresas que vendían bienes y servicios utilizaban hojas de cálculo en Excel para el manejo de la contabilidad, ventas, inventarios y demás procesos del negocio; este tipo de automatización dificultaba a los miembros de la organización operar el programa ya que se requería de muchos conocimientos. El mayor nivel de confianza y la sensación de seguridad de los clientes, se encuentran en los sistemas de información. (Rojers, 2018).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen el potencial de mejorar la operatividad de los procesos, ya que pueden influir en la toma de decisiones relacionadas con la salud, negocios entre otros. Por tal motivo, se requiere software de calidad; un producto evaluado desde su etapa de desarrollo que cumpla con los estándares requeridos. Los sistemas expertos son utilizados por los profesionales de la medicina, al tratarse de salud este tipo de sistema debe cumplir con las normas de calidad para su alta precisión. (Uddin Palas, 2017).

Las empresas claramente tienen una gran cantidad de motivaciones que impulsan las decisiones de abastecimiento además del ahorro de costos, incluido el deseo de mejorar la calidad y flexibilidad de los servicios existentes. Reducir los tiempos de las transacciones; las firmas dedicadas al desarrollo de software juegan un papel fundamental en mejorar la calidad del servicio, su fin es solucionar y automatizar procesos, de una manera óptima adaptando el producto al proceso, siendo notable la reducción de tiempos improductivos (Lacity, 2016).

En la ciudad de Santo Domingo de la república del Ecuador, no existe una cultura para crear calidad en los productos de software, las empresas de servicios tecnológicos tienen dificultad de crecimiento por la falta de calidad, poca innovación, problemas de adquisición y transferencia de conocimiento. Los emprendimientos de carácter tecnológico que se generan en la ciudad no trasciende por las situaciones expuestas, finalmente, cierran su actividad comercial por no tener éxito (Ulloa, 2019).

En la actualidad, se tiene a disposición un gran número de modelos de evaluación de la calidad del software que, a través de sus variables, dimensiones, y métricas, nos permiten conocer a fondo la calidad del producto, entre los modelos más representativos están: McCall, Boehm, FURPS, entre otros. (Callejas, 2017).

El presente estudio de investigación es evaluar la calidad de los productos de software para coadyuvar el crecimiento de las empresas que brindan servicios tecnológicos en la provincia de Santo Domingo, siendo de aporte significativo y práctico al cambio de la matriz productiva de la ciudad y del país.

CAPÍTULO I. MARCO TÉORICO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes de la investigación

Después de la segunda guerra mundial, en el año 1947 se crea ISO (Organización Internacional de Estandarización), con el apoyo de más de 25 países y como respuesta al desarrollo de estándares internacionales. En 1987, ISO publica su primer estándar de gestión de calidad, los estándares de la familia ISO 9000 se han convertido en algunos de los estándares más conocidos y mejor vendidos (International Organization for Standardization, 2019).

Desde ese entonces, la familia ISO 9000 brinda orientación y herramientas a las empresas y organizaciones que desean garantizar que sus productos y servicios cumplan con los requisitos del cliente, en la actualidad existe el estándar de calidad ISO 9001: 2015, el cual establece los criterios para un sistema de gestión de calidad, siendo su estructura: **introducción y alcance de la norma, contexto de la organización, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación de desempeño, y mejora.** (International Organization for Standardization, 2019)

Posterior, la empresa Hewlett-Packard creó su propio modelo de evaluación de la calidad software denominado FURPS para el diseño y validación de interfaces de usuarios finales, siendo sus variables de evaluación: **usabilidad, funcionalidad, confiabilidad, desempeño y soporte.** La Universidad de Santander de la República de Colombia, optó por aplicar este modelo en el área académica y diseño de interfaces, en cambio IBM Rational Software Company utilizó FURPS para el desarrollo de software (Callejas, 2017).

En 1984 se definió el modelo GQM por parte de Basili y Weiss, desde esa época algunas universidades europeas y en especial la Universidad de Ciencias Informáticas de Cuba aplicó GQM en contenidos académicos, el cual se compone de: **metas, preguntas, y medidas.** Dentro de las experiencias de GQM, existe aplicaciones en el campo empresarial, el banco TERABANK implementó este modelo en el proceso de desarrollo de software para la obtención productos de calidad (Callejas, 2017).

En Latinoamérica, en la república de Venezuela un grupo de investigadores de la Universidad Simón Bolívar propusieron un prototipo de Modelo Sistémico de Calidad del Software aplicadas a dos empresas, mediante el estudio constataron que el modelo es una herramienta efectiva de análisis con variables bien establecidas: **funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad**. Las empresas evaluadas mostraron una alta aceptación cuando les presentaron las acciones que tenían que tomar para mejorar la calidad del producto (Mendoza Morales, 2005).

En Ecuador algunas empresas y universidades implementaron modelos de calidad de software, Molemotor S.A situada en la ciudad de Guayaquil implementó el modelo **PSP** para mejorar los procesos, en cambio, la Escuela Politécnica Nacional situada en Quito utilizó PSP para el desarrollo de software. Las empresas desarrolladoras de software inSoft Cia. Ltda., y Santo CMI implementaron **CMI** para cumplir cierto nivel de madurez, se estructuró en cuatro etapas: preparación, inducción, capacitación, implementación, seguimiento, y análisis de preparación (Callejas, 2017).

Se ha investigado a nivel bibliográfico y en revistas científicas, en el cual se determina que en Santo Domingo de la república del Ecuador no existe una investigación científica similar o alguna que evalúe la calidad de los productos de software de las empresas locales que brindan servicios tecnológicos.

1.2. Planteamiento del problema de investigación

SÍNTOMAS

- En la ciudad de Santo Domingo, existen 619 establecimientos y 1.073 personas asignadas para la actividad económica: *información y comunicaciones*, de los cuales ni el 2% son empresas dedicadas al desarrollo de software (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017). Las empresas que recién empiezan a incursionar en el negocio; lo hacen con mucho entusiasmo, pero al transcurrir los meses, desaparecen por problemas de calidad en sus productos de software.

- El SRI creó la resolución NAC-DGERCGC18-00000431 publicada el 28 de diciembre de 2018, en el cual estipula el uso obligatorio de facturación electrónica (Servicios de Rentas Internas, 2019). Con esta política de gobierno incrementaron las ventas de software en todo el país, también, apareció productos de software no confiables. En una entrevista con el catedrático y empresario del sector informático, Ing. Javier Cevallos indicó que dueños de Pymes constantemente realizan reclamos a las empresas desarrolladoras de software porque sus productos se inhiben o presentan errores al conectarse con el SRI.
- Ecuador afianzado sus políticas en el uso de software libre, cuyo software se puede modificar y adaptar a las necesidades de las Pymes (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2019). En una entrevista con el Director de Unidad Educativa Latino de Santo Domingo, Mg. Hugo Guzmán indicó que, como cliente, no se sienten conformes con el software genérico, puesto que, los sistemas de información no se adaptan a los procesos de la institución, sin estos ser flexibles, parametrizables y adaptables.
- El gobierno de Ecuador ha prestado mayor atención a la protección de sus activos de información, para minimizar riesgos derivados de vulnerabilidades informáticas (Gobierno Electrónico de Ecuador, 2019). En una entrevista realizada al perito informático, Tlgo. Luis Cuesta mencionó que la gran mayoría de empresas desarrolladoras de software de la ciudad de Santo Domingo no almacenan registros de acceso en sus sistemas de información, es decir, no almacenan la dirección IP de procedencia, lo cual dificulta las investigaciones en procesos judiciales.

CAUSAS

- Desconocimiento de parámetros de calidad para el desarrollo de software, es decir, la gran mayoría de programadores de las empresas de servicios tecnológicos de Santo Domingo no aplican pruebas de validación (Cevallos, 2019).

- Falta del enfoque de validación a los sistemas de información: pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de sistemas y pruebas de aceptación por parte del usuario (Mahajan, 2016).
- Poco interés de usar métodos o herramientas, que recogen las demandas y expectativas de los clientes y las traduce en los requisitos técnicos apropiados para las etapas de desarrollo; como es el despliegue de la función de calidad (QFD), o falta de conocimiento de la teoría para resolver problemas de inventiva (TRIZ) que detecta necesidades futuras a través de la identificación de patrones evolutivos tecnológicos (Manfredi Naveiro, 2018).
- Sistemas de información desarrollados con tecnología obsoleta que no tienen como prioridad la seguridad de la información, y por falta de ejecución de pruebas no funcionales: usabilidad, carga, volumen, estrés, rendimiento, configuración compatibilidad y seguridad (Mahajan, 2016).

PRONÓSTICO

- Si no se realiza una investigación para evaluar la calidad de los productos de software desarrollados por empresas de Santo Domingo, estas en poco tiempo desaparecerán, no obstante, las empresas más representativas de Ecuador seguirán ganando mercado, tal como: Tata, Nexsys, Akros, Avnet, Kruger, Modinte (Plaza, 2017).
- Las empresas tecnológicas de Santo Domingo tienen que considerar los estándares de calidad del software, caso contrario no tendrán avances significativos en el área de la información y comunicación, en consecuencia, las organizaciones y pymes de la localidad, deberán contratar software o servicios de firmas tecnológicas situadas en otras ciudades del país, para mantener la operatividad del negocio y cubrir sus necesidades.
- Si no se considera la calidad del software como pilar fundamental en la etapa de producción, las empresas de servicios tecnológicos de Santo Domingo no tendrán un crecimiento esperado, por el contrario, estancamiento permanente, emprendimientos a corto plazo, estatus

social poco reconocido, proyectos informáticos fallidos, inversiones con muy poco retorno e insatisfacción por parte del cliente.

- Al no emplearse nuevas tecnologías en el desarrollo de productos de software, estos seguirán siendo inconsistentes, inseguros, con muy poca ventaja competitiva, insuficiente aporte social y tecnológico. Una de las mayores consecuencias es la desaparición de la empresa de servicios tecnológicos, lo que es peor, las organizaciones y pymes locales se verán obligadas a contratar servicios y productos tecnológicos de empresas situadas en otras ciudades del país.

1.2.1. Formulación del problema

¿De qué manera incide la aplicación de un modelo de evaluación en la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo?

1.2.2. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son los modelos de evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?
- ¿Cuáles son las variables y dimensiones para evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?
- ¿Cómo evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el modelo de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo, en base a sus variables.

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar modelos de evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos.
- Levantar la información de los indicadores comprendidos en cada una de las variables, obtenidas de las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo.
- Evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo.

1.4. Justificación de la investigación

Existen pequeñas y grandes empresas dedicadas al desarrollo de software en la ciudad de Santo Domingo que administran sus recursos, productos y servicios de manera informal, sin embargo, no tienen claro el concepto de calidad del producto, con la aplicación de un modelo se evaluará la calidad del software de las empresas tecnológicas.

El presente estudio aspira que pequeñas y grandes empresas de la ciudad de Santo Domingo y del país puedan acceder a información valiosa, colaborando con el crecimiento organizacional, por esta razón, es importante evaluar la calidad de los sistemas de información, para que sirvan como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

El aporte significativo y práctico es a la transformación de la matriz productiva, considerando las transacciones, procesos productivos y relaciones sociales, es decir, las empresas de la ciudad de Santo Domingo necesitan productos de software con altos estándares de calidad para atender sus necesidades. Permitirá contribuir a la globalización e incentivar el uso de la tecnología, generando nuevas fuentes de empleo y aporte a la economía del país (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

Los beneficiarios de la investigación serán directamente las empresas que se dedican al desarrollo de software, outsourcing y profesionales informáticos especializados en el área de sistemas de información, como beneficiarios indirectos serán las empresas y organizaciones gubernamentales que contratan software.

Es necesario la investigación de los modelos de evaluación de la calidad del software, para comprender su arte, y escoger las dimensiones que se aproximen a la realidad de Santo Domingo, permitiendo el emprendimiento en el sector informático. Además, se ofrecerá un mejor producto o servicio hacia la búsqueda de la satisfacción del cliente.

1.5. Marco de referencia de la investigación

1.5.1. La calidad del software

La calidad de software es un concepto deseable para todo desarrollador, se refiere al grado de desempeño de las principales características con las que debe disponer los sistemas de información durante su ciclo de vida, dichas exigencias aseguran que el cliente cuente con un sistema confiable, lo cual aumenta la calidad del producto (Callejas, 2017).

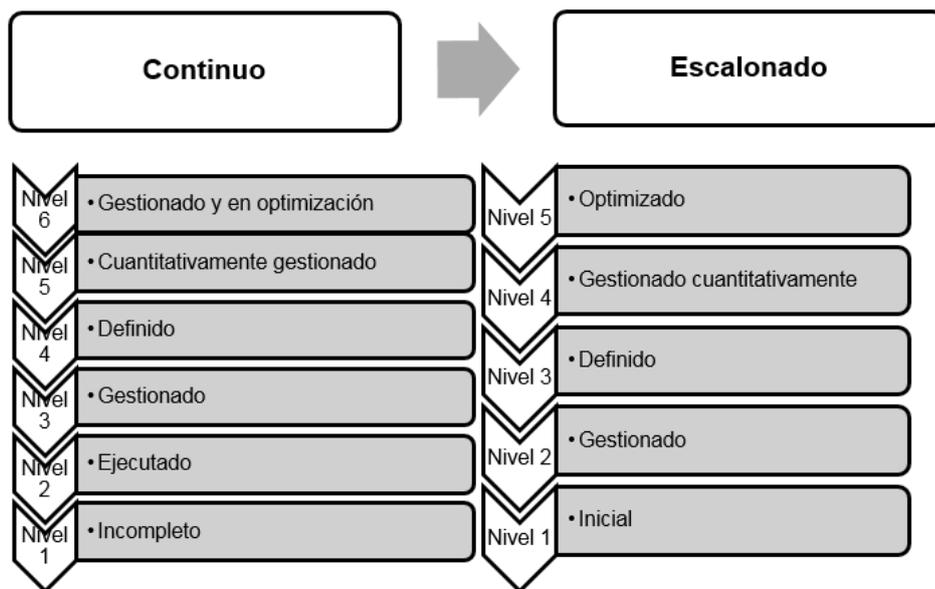
Si se aplica los parámetros de calidad de software, desde la toma de requerimientos hasta la etapa de validación de sistemas y de pruebas no funcionales, se logrará satisfacer las necesidades del usuario, aumentando la confianza en el producto.

1.5.2. Modelos de evaluación de la calidad del software

1.5.2.1. Modelo CMMI

CMMI se considera integrado y de los más utilizados en las empresas de desarrollo de software, ya que contiene las prácticas necesarias para evaluar por su madurez en diversas disciplinas. El modelo se divide en: **escalonada y continua**. El escalonado se orienta al software de las organizaciones y tiene cinco niveles: inicial, gestionado, definido, gestionado cuantitativamente y en optimización; en cambio el modelo continuo se orienta a los procesos inmersos de ingeniería y sus niveles son: incompleto, ejecutado, gestionado, definido, cuantitativamente, gestionado y en optimización (Chevers, 2014).

Figura 1: Modelo de madurez de capacidades e integración.

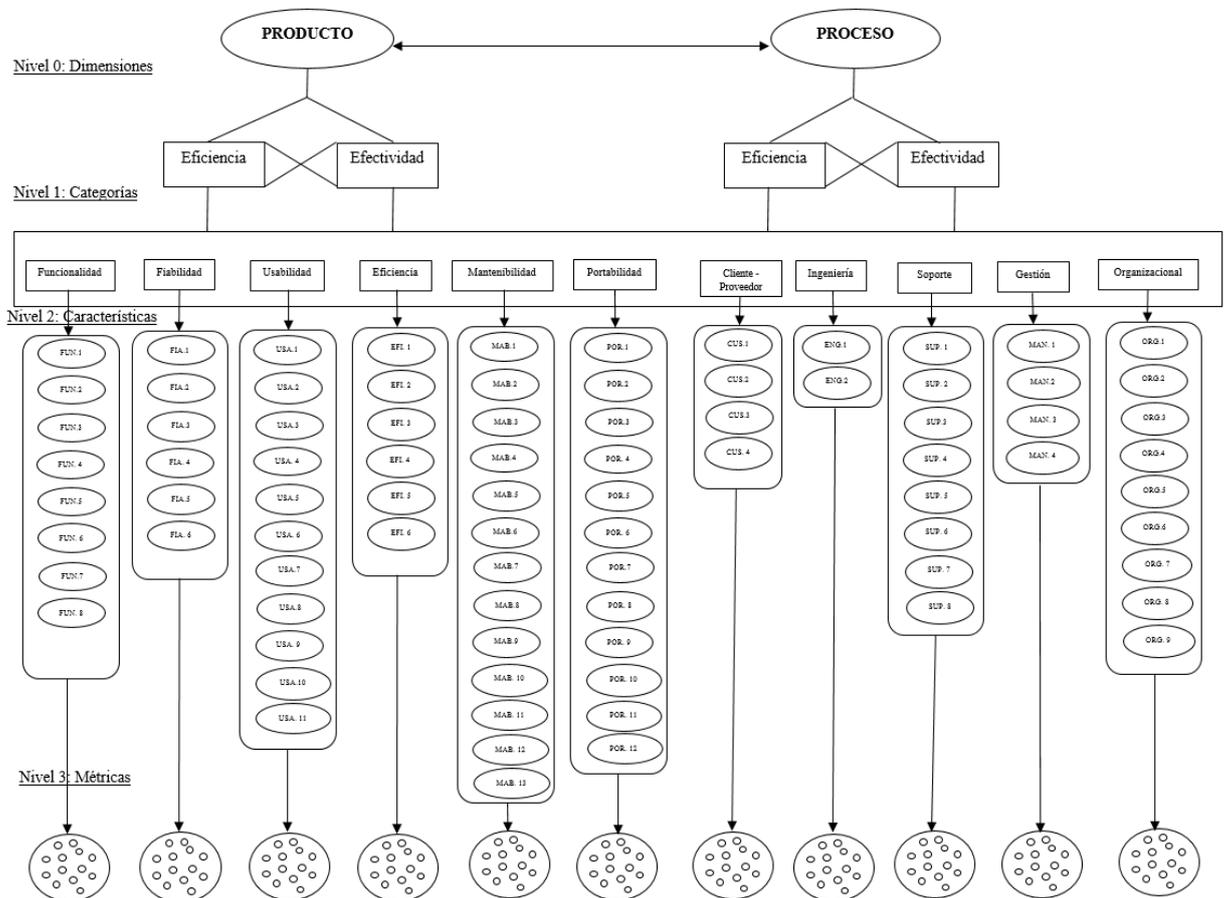


Fuente: Chevers, D. (2014). *Key factors of process maturity in English-speaking Caribbean firms.*
Elaborado por: Autor.

1.5.2.2. Modelo Mosca

Es un modelo sistémico para evaluar la calidad del software estableciendo diferencias entre la calidad del producto software y la calidad del proceso de desarrollo. Se constituye por cuatro niveles. **Nivel 0: Dimensiones**, aspectos internos del proceso, aspectos contextuales del proceso, aspectos internos del producto y aspectos contextuales del producto. **Nivel 1: Categorías**, se contemplan once (11) categorías. **Nivel 2: Características**, cada categoría tiene confederado un conjunto de características. **Nivel 3: Métricas**, son usadas para medir la calidad sistemática (Mendoza Morales, 2005).

Figura 2: Modelo sistémico de calidad de software.



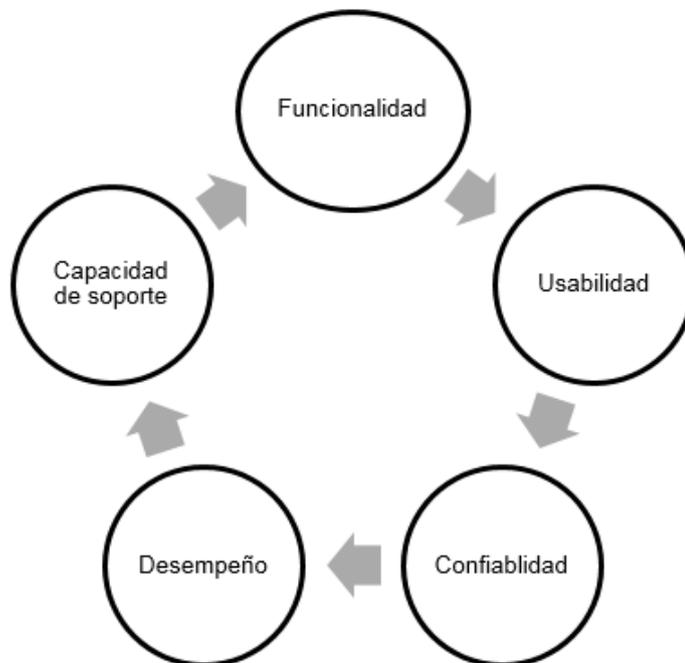
Fuente: Mendoza M., Pérez, & Griman. (2005). Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software.
Elaborado por: Autor.

1.5.2.3. Modelo FURPS

Modelo desarrollado por Hewlett-Packard (HP), se desarrolla un conjunto de factores de calidad de software y sus respectivos atributos. Se utilizan para establecer métricas de la calidad para todas las actividades del proceso de desarrollo de un software, inclusive de un sistema de información. Su nombre proviene de los criterios que evalúa: funcionalidad (características y funcionalidades del programa), usabilidad (factores humanos y documentación), confiabilidad (capacidad de recuperación ante fallas), desempeño (performance) y capacidad de soporte (Callejas, 2017).

Al ser un modelo propio de HP, da la confianza para ser tomado en consideración en empresas que se dedican a la producción de equipos informáticos, las cinco variables son el aspecto de calidad para todas las actividades del proceso de desarrollo, teniendo como ventaja estandarizar algunos criterios.

Figura 3: Modelo de calidad FURPS.



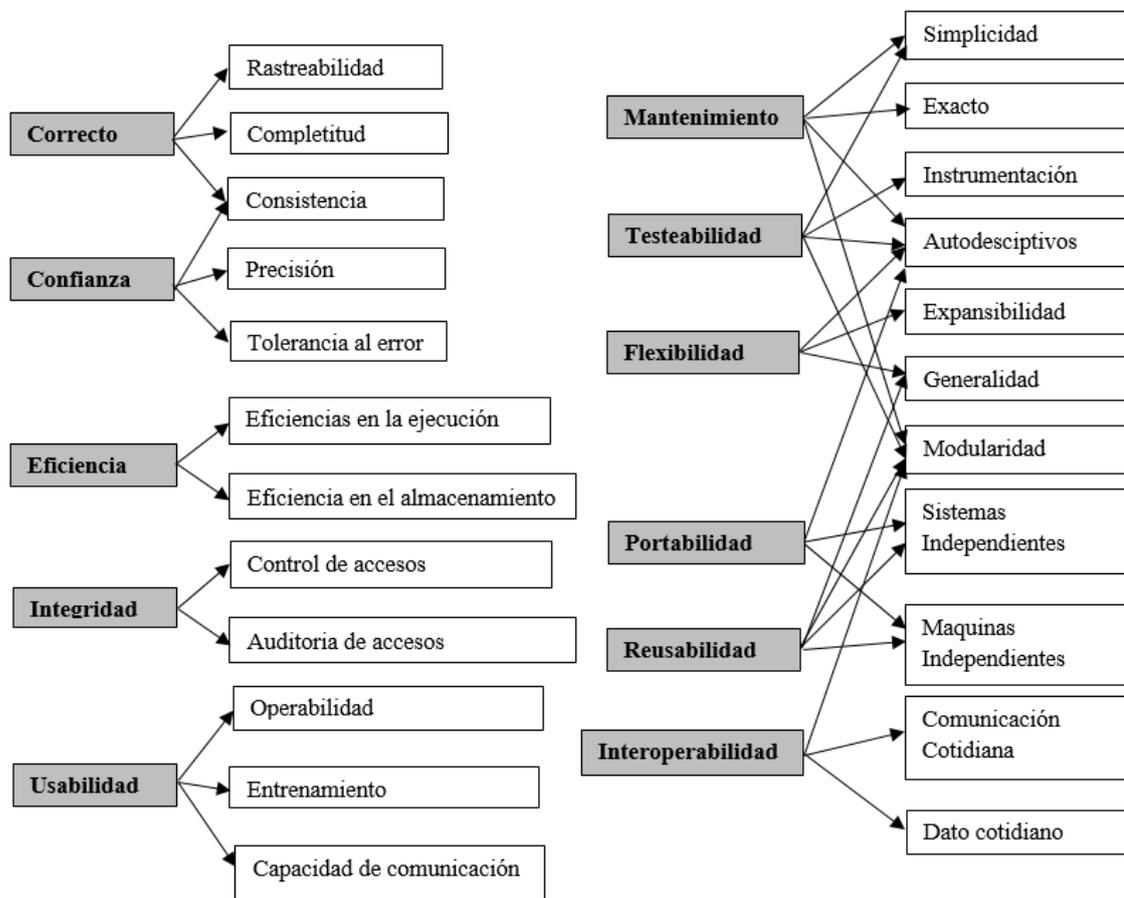
Fuente: Callejas, B., Alarcón A., & Álvarez C. (2014). *Modelo de calidad del software, un estado del arte.*

Elaborado por: Autor.

1.5.2.4. Modelo de McCall

McCall presenta su modelo de calidad con el cual intentó cerrar la brecha entre los usuarios y los programadores enfocándose en una serie de factores de calidad de software que reflejará tanto el punto de vista de los usuarios como las prioridades de los desarrolladores. Tiene algunas características que pueden resumirse a través de los siguientes puntos: se centra en el producto final, identificando atributos claves desde el punto de vista del usuario. Estos atributos se denominan factores de calidad y son normalmente atributos externos. Aunque también se incluyen algunos atributos que pueden ser internos (Strub, 2013).

Figura 4: Modelo de calidad de McCall.



Fuente: Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.

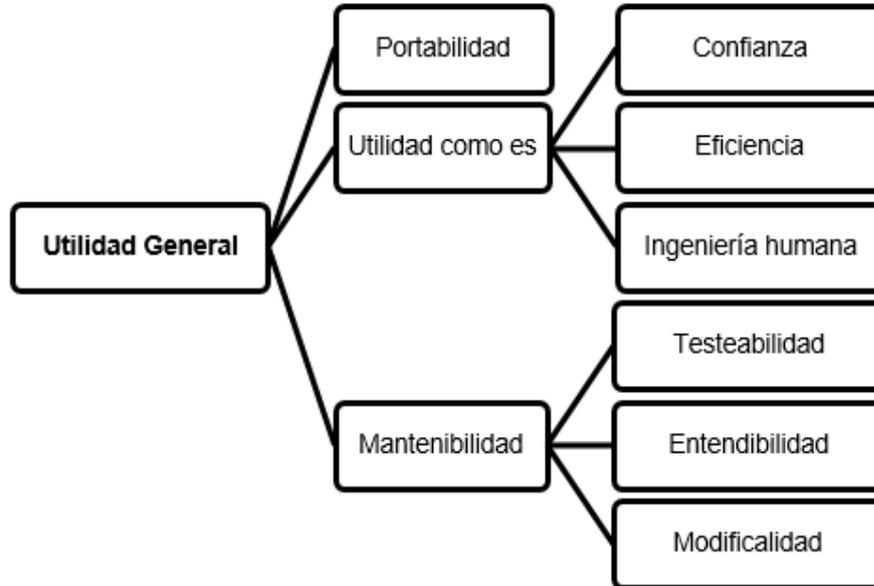
Elaborado por: Autor.

1.5.2.5. Modelo Boehm

Se lo conoce como la calidad de software en términos de atributos cualitativos y los mide usando métricas. Este modelo presenta sus factores de calidad estructurados jerárquicamente de alto a bajo nivel, descompone las características de la calidad del software en tres niveles previos a la aplicación de métricas: usos principales, componentes intermedios y componentes primitivos, es decir, se centra en el producto final y se identifican las características de la calidad desde el punto de vista del usuario (Moreno, 2010).

El modelo se sustenta en lo que el software debe hacer lo que el usuario quiere que realice, es decir, un software adaptable a las necesidades de la organización, y con las perspectivas favorables del cliente, siendo esto fácil de usar y de aprender para los usuarios, sus bases son: portabilidad, utilidad como es, y mantenibilidad.

Figura 5: Modelo de calidad Boehm.



Fuente: Moreno, J. J., Bolaños, L., & Navia, M. (2010). *Exploración de modelos y estándares de calidad para los productos de software.*

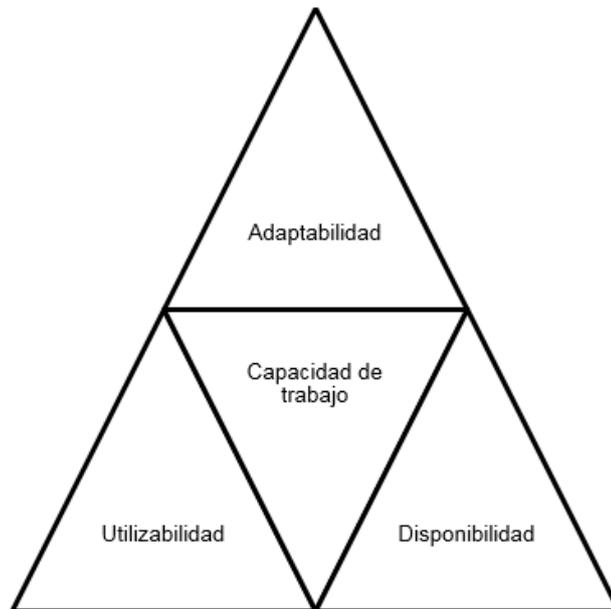
Elaborado por: Autor.

1.5.2.6. Modelo Gilb

Modelo de calidad que orienta la evaluación de software y a partir de cuatro atributos: Capacidad de trabajo, adaptabilidad, disponibilidad y utilizabilidad, los cuales se dividen en subatributos, de tal manera que sirva de apoyo a la gestión de proyectos, y proporcione una guía para solucionar problemas y detectar riesgos en las organizaciones (Callejas, 2017).

El modelo Gilb proporciona indicadores útiles a los equipos de trabajo y sugiere las definiciones, puntos de vista y medida para cada uno de las dimensiones. Es necesario indicar que tiene asociado a la filosofía QFD “despliegue de la función de la calidad” que se aplica al ámbito de la gestión de la calidad, es decir, traduce de un idioma a otro; de expectativas del cliente a requerimientos técnicos, trabaja con dos tipos de métricas: internas y de uso (Manfredi Naveiro, 2018).

Figura 6: Modelo de calidad Gilb.



Fuente: Callejas, M., Alarcón A., A. C., & Álvarez C., A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte.

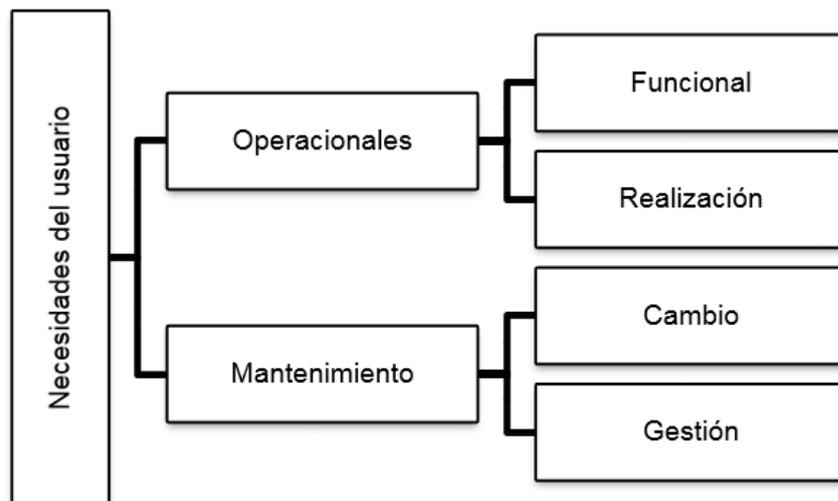
Elaborado por: Autor.

1.5.2.7. Modelo de Deutsch y Willis

Este modelo tiene que ver con capacidad del software y también con las necesidades de operaciones. Las necesidades de mantenimiento del Modelo de Calidad para el Software Orientado a Objetos, tienen relación con la modificación del software, con el fin de ayudar al usuario. Dentro de las necesidades operacionales, la funcionalidad trata de lo que hace el software al ejecutarse en ambiente de producción, mientras que la realización trata de lo bien que lo hace. En cuanto a las necesidades de mantenimiento, la actualización trata de las modificaciones del software para corregir errores o nuevas funcionalidades (Fuentes Castro, 2002).

En la figura Nro. 7, se observa que el punto de partida son las necesidades del usuario, las cuales se clasifican en variables operacionales (funcional, realización) y variables de mantenimiento (cambio y gestión). Este modelo es idóneo cuando se trabaja con el paradigma de programación orientada a objetos (POO).

Figura 7: Modelo de Deutsch y Willis



Fuente: Fuentes C., J. L. (2002). *Modelo de calidad para el software orientado a objetos.*
Elaborado por: Autor.

1.5.3. Comparación de otras teorías de modelos de evaluación

El modelo de calidad de McCall tiene tres perspectivas principales para definir e identificar la calidad de un producto de software (Strub, 2013).

Cuadro 1: Perspectivas, variables y dimensiones del modelo McCall.

Perspectivas	Variables	Dimensiones
Revisión del producto: variables de calidad que influyen en la capacidad de cambiar el producto de software.	Mantenibilidad: esfuerzo requerido para localizar y arreglar un fallo en el programa dentro de su entorno operativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad • Exacto • Auto descriptivos • Modularidad
	Flexibilidad: la facilidad de hacer los cambios requeridos por los cambios en el entorno operativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Auto descriptivos • Expansibilidad • Generalidad • Modularidad
	Testeabilidad: la facilidad de las pruebas del programa, para asegurarse de que está libre de errores y cumple con su especificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad • Instrumentación • Auto descriptivos • Modularidad
Transición del producto: variables de calidad que influyen en la capacidad de adaptar el software a los nuevos entornos.	Portabilidad: el esfuerzo para pasar un programa desde un ambiente de trabajo a otro.	<ul style="list-style-type: none"> • Auto descriptivos • Sistemas independientes • Maquinas independientes
	Reusabilidad: la facilidad de reusar software en otras aplicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Generalidad • Modularidad • Sistemas independientes • Maquinas independientes
	La interoperabilidad: la capacidad de un producto para acoplarse de un sistema a otro.	<ul style="list-style-type: none"> • Modularidad • Comunicación cotidiana • Dato cotidiano
Operatividad del producto: variables de calidad que influyen en el grado en que el software cumple con su especificación.	Corrección: el grado en que una funcionalidad cumpla con su especificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Rastreabilidad • Completitud • Consistencia
	Fiabilidad: la habilidad del sistema para no presentar fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia • Precisión • Tolerancia al error
	Eficiencia: eficiencia en ejecución del programa y almacenamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en ejecución • Eficiencia en almacenamiento
	Integridad: la protección del programa del acceso no autorizado.	<ul style="list-style-type: none"> • Control de accesos • Auditoría de accesos
	Usabilidad: la facilidad del uso del software.	<ul style="list-style-type: none"> • Operabilidad • Entrenamiento • Capacidad de comunicación

Fuente: Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). *Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.*

Elaborado por: Autor.

Otro de los modelos que encaja en la presente investigación es el modelo de **Deutsch y Willis** con optimización de variables (Fuertes, 2002).

Cuadro 2: Categoría, variables y descripción del modelo de Deutsch y Willis.

Categoría	Variabes	Descripción
Operacionales	Fiabilidad	Tiene relación con que el software no presente fallos, tales como: falta de precisión, tiempos de respuesta prolongados o bloqueos del sistema
	Supervivencia	Al existir fallos inesperados, las funciones del software deben continuar su ejecución de forma correcta
Mantenimiento	Flexibilidad	El software es flexible si puede adaptarse a diferentes ambientes
	Gestionable	Trata de procesos del software que sean fácil de administrar y con diferentes niveles de seguridad
	Verificabilidad	Verifica que el software cumpla con las especificaciones y que se ejecute correctamente

Fuente: Fuertes C., J. L. (2002). *Modelo de calidad para el software orientado a objetos.*
Elaborado por: Autor.

Comparación de modelos de evaluación de la calidad del software

Se observa en el cuadro Nro. 3, que el modelo McCall ha sido seleccionado debido a que tiene mayor peso en las métricas de selección, superando a los otros modelos en características: seguridad, nivel de madurez, usabilidad, mantenibilidad, portabilidad.

Cuadro 3: Comparación de modelos de la calidad del software.

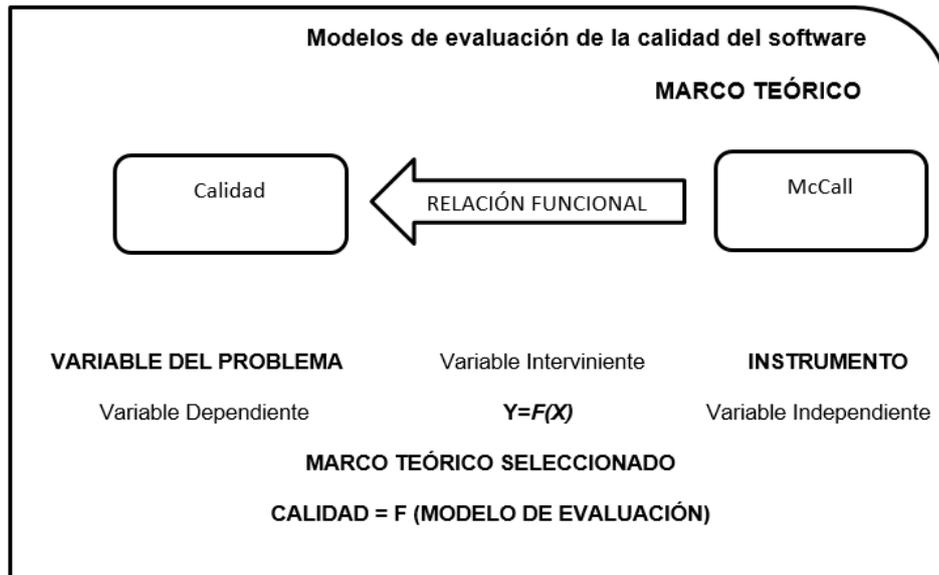
Características /Modelo	CMMI	Mosca	FURPS	McCall	Boehn	Gilb	Deutsch y Willis
Número de variables	11	11	5	11	6	4	5
Seguridad (Escala 0 al 5)	2	2	4	5	4	2	2
Nivel de Madurez (Escala 0 al 5)	4	1	4	4	3	3	4
Usabilidad (Escala 0 al 5)	0	5	5	5	0	4	1
Mantenibilidad (Escala 0 al 5)	1	5	5	5	1	0	1
Portabilidad (Escala 0 al 5)	1	5	1	5	5	2	0
TOTAL	8	18	19	24	13	11	8

Fuente: Marco teórico del trabajo de investigación.
Elaborado por: Autor.

1.5.4. Selección del modelo de evaluación

1.5.4.1. Definición de la problemática de la calidad del software a partir de la utilización de un instrumento

Figura 8: Relación variable dependiente y variable independiente.



Fuente: Problemática planteada en el trabajo de investigación.

Elaborado por: Autor.

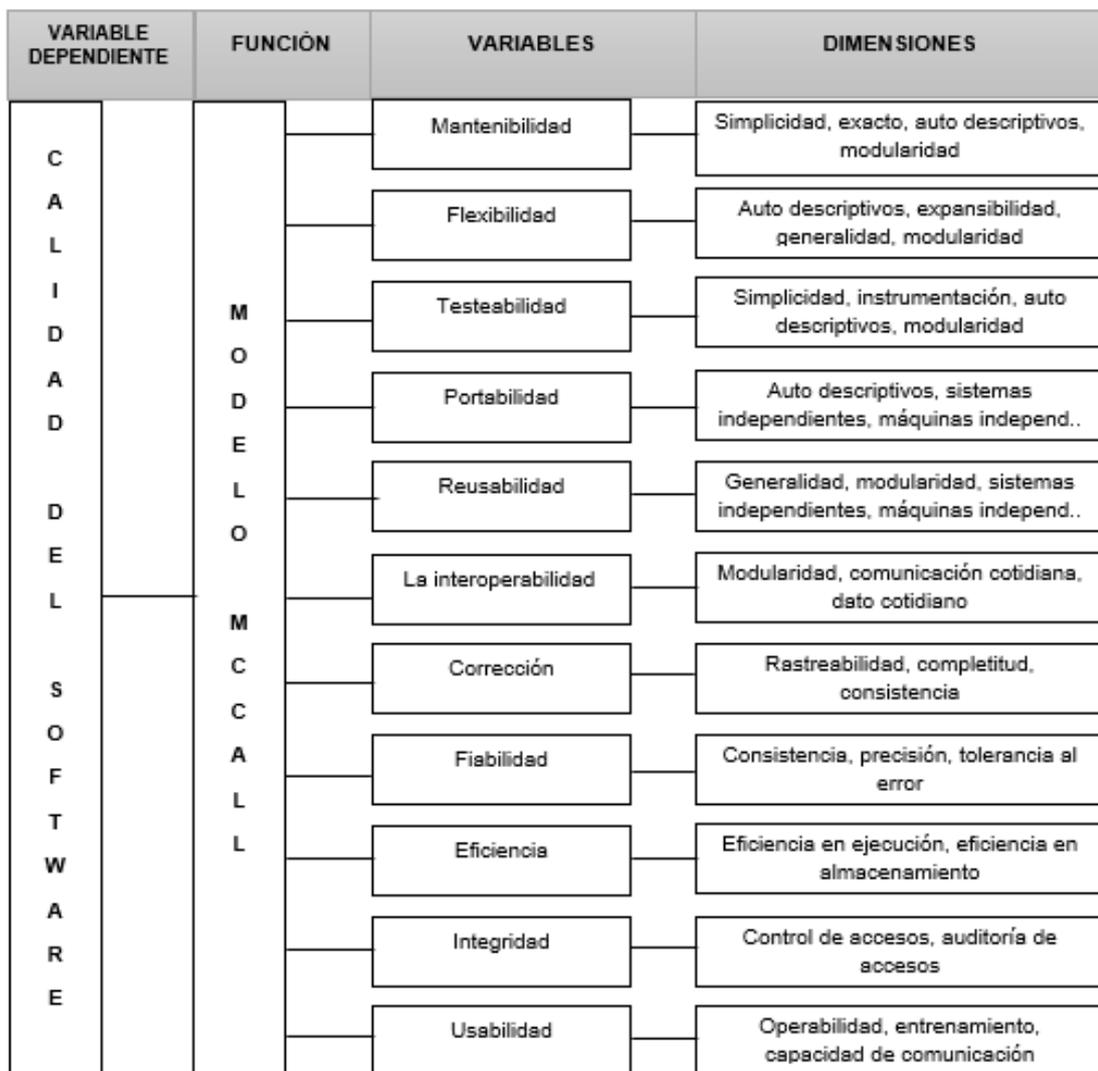
Es necesario identificar y evaluar cómo se encuentran las empresas de servicios tecnológicos y es indispensable determinar si las características, variables, componentes, ejes o pilares como se los denomina, se encuentren interconectados para evaluar la calidad del software, para lo cual resulta importante identificar un instrumento de estudio de investigación científica.

El instrumento de estudio se sustenta mediante teorías, modelos, investigaciones científicas y doctorales y conceptos desarrollados por otros autores a partir del objetivo y la formulación del problema.

1.5.4.2. Selección del modelo conceptual aplicado a la investigación

En la figura Nro. 9, se observa la cantidad de variables para adoptar un modelo de calidad de software, categorizados y definidos por sus autores bajo diferentes métricas e indicadores, para el estudio de investigación, se toma como base científica el modelo McCall con sus once variables: integridad, mantenimiento, correcto, eficiencia, usabilidad, flexibilidad, realización, reusabilidad, fiabilidad, interoperabilidad y portabilidad. A continuación, se presenta el esquema:

Figura 9: Modelo conceptual aplicado a la investigación.



Fuente: Datos recopilados de la Investigación a partir del modelo McCall, Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013), para evaluar la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo.

Elaborado por: Autor.

1.5.4.3. Definición de la variable independiente basado en un modelo de evaluación de la calidad del software

Los modelos de evaluación analizados tienen un mismo fin que es evaluar y mejorar la calidad de software, por lo que es necesario resaltar la propuesta del modelo de evaluación McCall, considerando el estudio de investigación como base científica debido a que contiene las variables básicas para evaluar la calidad del software. La selección de variables se puede validar y sustentar con otros autores que han desarrollado modelos de evaluación de la calidad del software, se detalla a continuación la selección de las variables:

Variables del Modelo McCall

Cuadro 4: Variables del Modelo McCall.

Ítem	Variables	Descripción
1	Mantenibilidad	Cantidad de esfuerzo requerido para mantenimiento.
2	Flexibilidad	Capacidad para adaptarse con facilidad.
3	Testeabilidad	Pruebas a realizar de las funcionalidades.
4	Portabilidad	Ejecuta en distintas plataformas o sistemas operativos.
5	Reusabilidad	Utilizar lo existente y aplicar en otro proyecto.
6	La Interoperabilidad	Capacidad de comunicación entre distintos sistemas.
7	Corrección	Capacidad para mantener la consistencia de los sistemas
8	Fiabilidad	Mide el tiempo de funcionamiento sin fallos.
9	Eficiencia	La menor cantidad de recursos que consume para las tareas.
10	Integridad	Correctitud y completitud de la información.
11	Usabilidad	Fácil de usar y amigable al usuario.

Fuente: Variables obtenidas del modelo McCall.

Elaborado por: Autor.

1.5.4.4. Análisis clúster

Es un resumen útil de los datos, que se conectan para formar grupos en función de su distancia conocida, y a veces se lo denomina dendrograma (Battaglia, 2015).

1.5.4.5. Regresión lineal múltiple

Una regresión lineal múltiple es el cálculo de la ecuación que relaciona la densidad de la variable explicativa con las variables X (Carrasquilla Batista, 2016).

1.5.4.6. Diagrama de cajas

El diagrama de cajas resume la información de cinco medidas estadísticas: el valor mínimo, el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y el valor máximo (Coutin Marie, 2007).

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de diseño, alcance y enfoque de la investigación

El estudio de investigación es de carácter descriptivo y correlacional, debido al proceso de métodos empleados y a la operacionalización de las variables y métricas, para las relaciones del modelo McCall.

Es estudio descriptivo, debido a la representación de comportamiento, actitudes, perfiles entre otros del objeto de estudio. En el estudio de investigación se recolecta información de manera independiente, permitiendo reflejar la situación existente (Hernández Sampieri, 2010).

Es estudio correlacional, debido a interpretación de la relación o grado de asociación que existe entre dos o más variables, categorías en un contexto particular (Avila Barray, 2006). En el estudio de investigación se hace uso de análisis estadístico para comparar las variables del modelo McCall.

La investigación tiene enfoque no experimental, ya que no se transforma e interviene del espacio de estudio. Se selecciona un modelo de evaluación de la calidad del software con variables y dimensiones que respondan a las necesidades de la investigación.

Se aporta en la investigación con una metodología mixta, siendo sus rutas cualitativas y cuantitativas. El presente estudio tiene ruta cualitativa por la extracción de datos documentales y revisión bibliográfica, además una ruta cuantitativa por hacer uso de datos numéricos y estadísticos de otros trabajos con el fin de obtener conclusiones más cerca de la realidad.

2.2. Métodos de investigación

2.2.1. Método de la observación

En la investigación se recurre al método de la observación científica para una mejor apreciación del objeto estudio y posterior la recopilación de datos.

2.2.2. Método deductivo

Se recurre al método deductivo porque se partió de una realidad problemática en la aplicación de modelos de evaluación de la calidad del software a partir de un modelo teórico que identifica las variables y métricas necesarias para evaluar el producto.

2.2.3. Método histórico – lógico

Para el estudio de investigación se hizo uso de hechos y fenómenos registrados en periodos anteriores, para entender la evolución y situación actual de la exportación e importación de software en Ecuador. También se utilizó este método para conocer los ingresos estimados de programación informática desde el año 2009.

2.2.4. Método estadístico

Se emplea este método debido a que se va a obtener información numérica del objeto de estudio, de las diferentes empresas que contratan software y de las bases de datos de organismos gubernamentales, para obtener conclusiones con soporte estadístico.

2.3. Unidad de análisis, población y muestra

Para el propósito de la investigación se consideró el análisis de datos de las empresas que contratan software en la ciudad de Santo Domingo. La recopilación de información se determinó mediante las variables y dimensiones del modelo McCall.

Las empresas dedicadas al desarrollo de software en la ciudad de Santo Domingo son un total de **7**. Para conocer la población finita se acudió a las empresas desarrolladoras de software y se solicitó un promedio del número de ventas realizadas en la localidad, como resultado se obtuvo un total de **880** establecimientos.

La muestra es el subconjunto de elementos de un universo, por lo regular se calcula en función de la población con los niveles de confianza y de precisión deseados (Martínez Salgado, 2011).

Cuadro 5: Formula de la Muestra.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Fuente: Martínez S., C. (2011). *El muestreo en investigación cualitativa*.

Elaborado por: Autor.

Una vez aplicada la fórmula del tamaño de la muestra y obtenido el resultado, se debe encuestar a **266** empresas que contratan software para atender sus necesidades, en la ciudad de Santo Domingo.

2.4. Variables de la investigación, operacionalización

A continuación, se muestran las variables de estudio:

Variable dependiente (VD)

Calidad: Es la variable del trabajo de investigación que permite determinar el éxito del producto de software.

Variable independiente (VI)

Mantenibilidad (VI01)

Usada para evaluar la simplicidad, exactitud, auto descriptivos y modularidad del producto de software.

Flexibilidad (VI02)

Variable para evaluar la expansibilidad del producto y sobre todo la flexibilidad con que se administra.

Testeabilidad (VI03)

Variable para evaluar las distintas pruebas que se realicen a los productos de software, prevaleciendo el principio de simplicidad.

Portabilidad (VI04)

Variable para evaluar si los productos de software son dependientes a una maquina o un sistema en específico.

Reusabilidad (VI05)

Variable para evaluar la modularidad de los sistemas, y para la adaptación a otros procesos.

La Interoperabilidad (VI06)

Variable para evaluar la capacidad de comunicación entre los distintos sistemas de información.

Corrección (VI07)

Variable para evaluar la rastreabilidad, completitud y consistencia en los sistemas de información.

Fiabilidad (VI08)

Variable para evaluar la consistencia de los datos, tolerancia a fallos y precisión del procesamiento de datos.

Eficiencia (VI09)

Variable para evaluar la eficiencia en la ejecución del software y la ejecución en el almacenamiento de los datos.

Integridad (VI10)

Variable para evaluar el control de accesos y auditorías de acceso en los sistemas de información. Factor importante para el aporte a la mejora continua en la seguridad de la información, ciclo PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar).

Usabilidad (VI11)

Variable para evaluar la operabilidad, capacidad de comunicación y entrenamiento.

2.5. Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de información

2.5.1. Fuentes para la recolección de información

Al ser una investigación de tipo documental se utilizan las fuentes para el análisis:

2.5.1.1. Fuentes de tipo primario

- Entrevista a profundidad a expertos.
- Cuestionario de preguntas dirigidas a las empresas que contratan software.
- Páginas web de las empresas desarrolladoras de software de la ciudad de Santo Domingo.

2.5.1.2. Fuentes secundarias

- Información de artículos científicos.
- Publicación de tesis doctorales de investigación científica.
- Revisión literaria sobre el tema de investigación.
- Página web de la Organización de Estandares Internacionales (ISO).
- Página web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- Página web del Servicio de Rentas Internas (S.R.I).
- Página web del Gobierno Electrónico de Ecuador.
- Página web del Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL).
- Página web de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SEMPLADES).

2.5.2. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

2.5.2.1. Técnica de investigación de campo

Técnica indispensable para recolectar información empírica del área en cuestión de estudio, se recolectará datos esenciales mediante el instrumento de la entrevista a expertos del sector informático, también se utilizará la encuesta dirigida al área técnica de las empresas que contratan software en la ciudad de Santo Domingo.

Escala numérica aplicada para la evaluación

Se implementará la escala de valoración numérica del 0 al 10, siendo la calificación “0” la más baja y “10” la más alta, para evaluar y registrar cada una de las preguntas de la encuesta.

Tabla 1: Escala numérica para la evaluación de las dimensiones.

Escala	Criterio	Rango	
0	Bajo	0%	0.99%
1	-	1%	1.99%
2	-	2%	2.99%
3	-	3%	3.99%
4	-	4%	4.99%
5	Medio	5%	5.99%
6	-	6%	6.99%
7	-	7%	7.99%
8	-	8%	8.99%
9	-	9%	9.99%
10	Alto	10%	10%

Fuente: Marco metodológico del trabajo de investigación.

Elaborado por: Autor.

2.5.2.2. Técnica de investigación estadística

Se consideró el uso de esta técnica para obtener la información del fenómeno que se va a estudiar, a través de diferentes bases de datos de organismos gubernamentales y de empresas que contratan software para el muestreo, el procesamiento de datos, así como la presentación de resultados.

2.5.2.3. Técnica de investigación documental

Se consideró esta técnica para recopilar datos desde fuentes primarias hasta secundarias, en gran medida se obtienen documentos escritos de empresas de desarrolladoras de software, centros de estudios, cifras de investigaciones de carácter público y privado.

2.6. Tratamiento de la información

Mediante la información recolectada a través de la encuesta, con sus respectivos indicadores para medir la calidad del software, en función de la variable dependiente y las variables independientes, se efectúa el correcto análisis, cálculo de ponderación, y normalización de datos, para el estudio estadístico descriptivo e inferencial, utilizando los lenguajes de programación Python y R para el procesamiento de datos.

Cuadro 6: Ponderación y Normalización de Datos.

X=Variable de la investigación, obtenida a través de la ponderación y normalización

D=Dimensión de la variable

P=Peso asignado a la dimensión

$$X1 = ((D1*P1) + (D2*P2) + (D3*P3) + (D4*P4)) /10$$

$$X2 = ((D5*P1) + (D6*P2) + (D7*P3)) /10$$

$$XN = ((D31*P1) + (D32*P2) + (D33*P3)) /10$$

Fuente: Marco metodológico del trabajo de investigación.

Elaborado por: Autor.

Para el procesamiento de datos “no supervisados”, hallazgo de la variable de calidad “y”, dendograma y análisis de clúster se consideró utilizar Python – Jupyter, en cambio, para procesar datos “supervisados”, análisis univariado, multivariado, regresión lineal múltiple, R2, R ajustado, se consideró utilizar el lenguaje de programación R.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la situación actual

3.1.1. Breve reseña histórica de las TIC en el Ecuador

Las empresas dedicadas al desarrollo de software se ven en la obligación de innovar constantemente y mejorar el servicio de las organizaciones. Es necesario indicar que el gobierno de Ecuador promueve el avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

A partir del año 2007 con la nueva Asamblea Constituyente, la Revolución Ciudadana impulsó el “gobierno electrónico”, para mejorar la gestión pública, ciertamente la generación de riqueza está cada vez más vinculada a la capacidad de utilizar la información y el conocimiento de manera efectiva para la producción y entrega de bienes y servicios. Las TIC son un instrumento de apoyo para el gobierno electrónico porque permite mejorar el intercambio de información entre la ciudadanía y las instituciones del Estado (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009).

En el año 2014, las Naciones Unidas realizó una encuesta sobre el uso de las TIC, aplicando el indicador NRI (Networked Readiness Index), el cual mide la habilidad de una economía para apalancar sus avances en las TIC en beneficio de su competitividad y el buen vivir de sus ciudadanos, como resultado del estudio, Ecuador se ubicó en el puesto 82 entre 144 países analizados, con un puntaje global de 3.9/7 considerados para el desarrollo del gobierno electrónico (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2014).

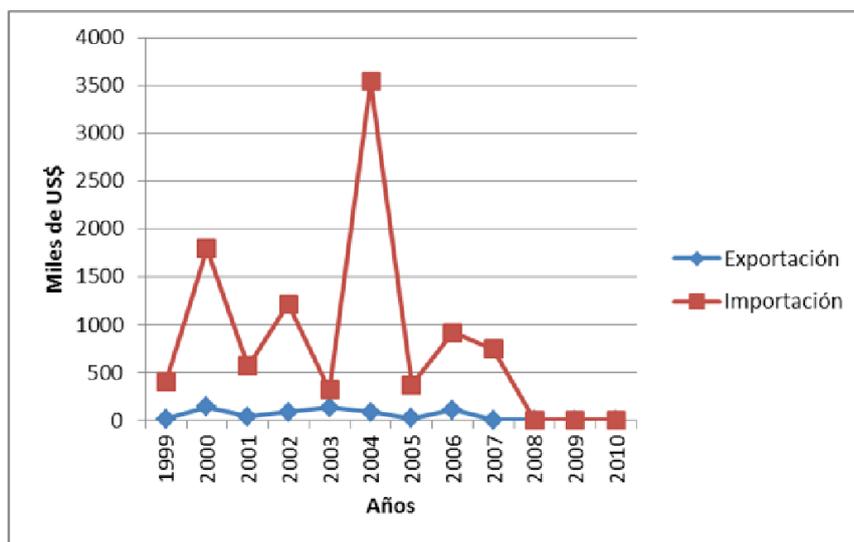
En el mismo año también se realizó una encuesta de gobierno electrónico denominado “E-gobierno para el futuro que queremos” mediante el indicador EGDI, el cual mide la predisposición y la capacidad de las administraciones nacionales para utilizar las tecnologías de la información y de las comunicaciones. Ecuador se ubicó en el puesto 16 en el rango medio alto de 20 países de las Américas considerados para el análisis del nivel de desarrollo de Gobierno Electrónico, a nivel mundial se ubica en el puesto 83 de un total de 193 países analizados (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2014).

3.1.2. La industria del software en Ecuador

El desarrollo y crecimiento de la industria de software es una de las prioridades del Estado Ecuatoriano para la transformación y crecimiento de la matriz productiva. Según diversos organismos públicos y privados señalan que la producción de programas informáticos ha crecido en los últimos años (Espinoza Mina, 2017).

De acuerdo a la figura Nro. 10, la importación del software ha disminuido notablemente, lo cual representa una ventaja competitiva para la industria del Ecuador, sin embargo, el nivel de exportación disminuyó.

Figura 10: Exportación e importación de software en Ecuador.



Fuente: Datos recolectados de la investigación.
Elaborado por: Autor.

3.1.3. Análisis FODA

A continuación, se presenta la matriz de análisis FODA respecto a las empresas desarrolladoras de software de Santo Domingo.

Cuadro 7: Matriz de análisis FODA.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ol style="list-style-type: none">1. Inversión inicial relativamente baja.2. Aplicaciones informáticas basadas en software libre.3. Tecnologías modernas (web y móvil).	<ol style="list-style-type: none">1. Obligatoriedad del uso de la factura electrónica.2. Evolución de las Tecnologías de la información y la comunicación.3. Creciente demanda para actualizaciones de productos de software
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none">1. Seguridad de la información.2. Desconocimiento de los parámetros de la calidad del software.3. Poco gasto en marketing y publicidad.	<ol style="list-style-type: none">1. Incidentes o delitos informáticos.2. Problemas con el acceso al internet.3. Falta de protección por derechos de autor.

Fuente: Datos recolectados de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.1.4. Análisis FOFADODA

A continuación, se presenta el análisis de la matriz FOFADODA.

Cuadro 8: Análisis FOFADODA.

CALIDAD DEL SOFTWARE	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FORTALEZAS 1. Inversión inicial relativamente baja. 2. Aplicaciones informáticas basadas en software libre. 3. Tecnologías modernas (web y móvil).	F.O. F1.O2. Incrementar el uso de las tecnologías de la información y comunicación para mejorar los servicios que ofrecen las empresas. F2.O1. Desarrollar aplicaciones informáticas con facturación electrónica utilizando software libre.	F.A. F2. A3. Desarrollar aplicaciones informáticas con la protección de derechos de autor. F3.A1. Implementar procedimientos de accesos que garanticen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.
DEBILIDADES 1. Desconocimiento de los parámetros de la calidad del software. 2. Seguridad de la información. 3. Poco gasto en marketing y publicidad.	D.O. D1.O3. Desarrollar actualizaciones para sistemas de información ya existente, con orientación a la calidad del producto. D3.O1. Impulsar planes de mercadeo para la comercialización de software con facturación electrónica.	D.A. D1.A1. Evaluar el factor "integridad" de la calidad del software. D2.A1. Establecer esquemas y políticas de seguridad de la información.

Fuente: Datos recolectados de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.1.5. Análisis y tratamiento de riesgos

Se realiza matriz de riesgos de Gestión TI con su respectivo tratamiento aplicando controles de la ISO 27002:2013.

Cuadro 9: Matriz de riesgos y controles de la ISO 27002:2013 Seguridad de la Información.

Matriz de riesgos y controles																			
Macroproceso / Servicio	Proceso / Producto	Descripción del riesgo	Tipo de Riesgo	Causas	Factor del Riesgo Externo	Factor del Riesgo Interno	Consecuencias	Tipo de Impacto	Probabilidad	Impacto	Riesgo inherente	Controles Existentes	Tipo de Control	Clase de Control	Frecuencia	Responsable del Control	Documentación del Control	Evaluación Efectividad del Control	Riesgo Residual
Gestión de TI	Gestión Desarrollo	Problema en productos de software propios y de terceros	Tecnológico	Falta de presupuesto	Político	Recursos económicos	Pérdida de clientes, Reclamos e Inconformidad del cliente, Improductividad, Pérdidas para la institución	4.4 Operativo/ Intermittencia en el servicio	Posible	Moderado	Alto	12.2.2 Control del proceso interno 12.2.4 Validación de los Datos de Salida 13.3.1 Controles de auditoría de los sistemas de información 14.1.1 Proceso de la gestión de continuidad del negocio	Preventivo	Manual	Mensual	Jefe de TI	Documentado	3. Se aplica y es efectivo	Bajo
				Falta de estándares de calidad	Tecnológico	Procesos y procedimientos							Preventivo	Manual	Responsable de la Seguridad de la Información	Documentado	3. Se aplica y es efectivo		
				Falta de conocimiento técnico	N.A.	Recursos humanos							Preventivo	Manual	Cuando se requiera	Responsable de la Seguridad de la Información	No Documentado	3. Se aplica y es efectivo	
Gestión de Infraestructura	Problemas con la infraestructura tecnológica	Tecnológico	Falta de apoyo por parte de las autoridades	N.A.	Cultura Organizacional	Reclamos e inconformidad del cliente, retraso en el servicio, Pérdidas para la institución	4.4 Operativo/ Intermittencia en el servicio	Probable	Mayor	Extremo	11.4 Control de Acceso de Red 9.2.2 Suministro Eléctrico 9.2.3 Seguridad del Cableado 9.2.4 Mantenimiento de equipos 14.1.1 Proceso de la gestión de continuidad del negocio	Preventivo	Trimestral	Cuando se requiera	Jefe de TI	Documentado	3. Se aplica y es efectivo	Moderado	

Fuente: Datos recolectados de la investigación.

Elaborado por: Autor

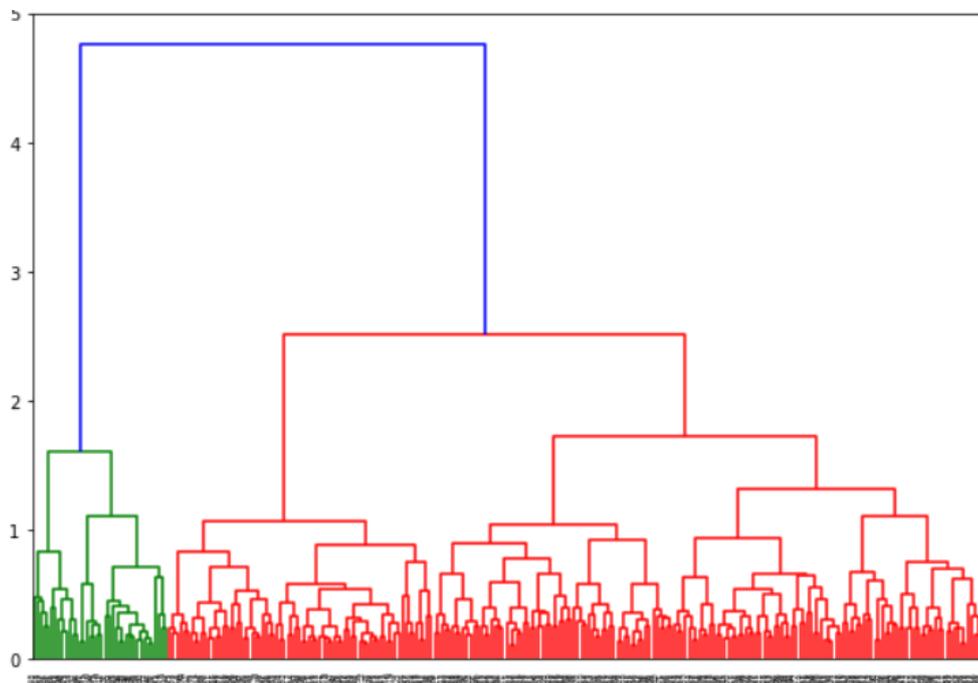
3.2. Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas

3.2.1. Análisis de la obtención de la calidad

Una vez realizada la tabulación, ponderación y normalización de datos, se obtuvo como resultado las variables X, pero se necesitaba conocer la variable “Y”, para la aplicación efectiva del modelo McCall.

La variable “Y” también denominada **CALIDAD**, se obtuvo a través del aprendizaje de datos “**NO SUPERVISADOS**”, y se representa mediante un dendograma, este a su vez nos permite organizar los datos en subcategorías que se van dividiendo en otros. Se observa en la Figura Nro. 11, la existencia de dos modelos de calidad, es decir, las dos maneras de cómo piensan las empresas de Santo Domingo en relación a la calidad del software; el primer modelo comprende el **14.29%** de los datos y el segundo modelo tiene un porcentaje de **85.71%**.

Figura 11: Dendograma de la calidad del software.



Fuente: Datos de la investigación.
Elaborado por: Autor.

3.2.4. Análisis descriptivo de las variables

En la tabla Nro. 3, se observa el análisis descriptivo de las variables (mínimo, mediana, media, y máximo).

En lo que corresponde al análisis de datos “mínimo”, la variable calidad tiene el menor valor **0.0000**.

Con respecto a la media el promedio de las variables es de **0.7265**, y el 60% de las variables tienen una mediana de **0.7800**.

Tabla 3: Análisis descriptivo de las variables.

Variable	Mínimo	Mediana	Media	Máximo
Mantenibilidad	0.4000	0.7800	0.7648	0.9800
Flexibilidad	0.4000	0.7800	0.7652	1.0000
Testeabilidad	0.3000	0.7800	0.7686	1.0000
Portabilidad	0.4400	0.7900	0.7826	1.0000
Reusabilidad	0.4300	0.7800	0.7758	1.0000
Interoperabilidad	0.4000	0.7800	0.7756	1.0000
Corrección	0.4000	0.7800	0.7878	1.0000
Fiabilidad	0.4400	0.7750	0.7815	1.0000
Eficiencia	0.4000	0.7750	0.7729	1.0000
Integridad	0.3000	0.8000	0.7893	1.0000
Usabilidad	0.3600	0.8300	0.8111	1.0000
Calidad	0.0000	0.0000	0.1429	1.0000

Fuente: Datos de la investigación.

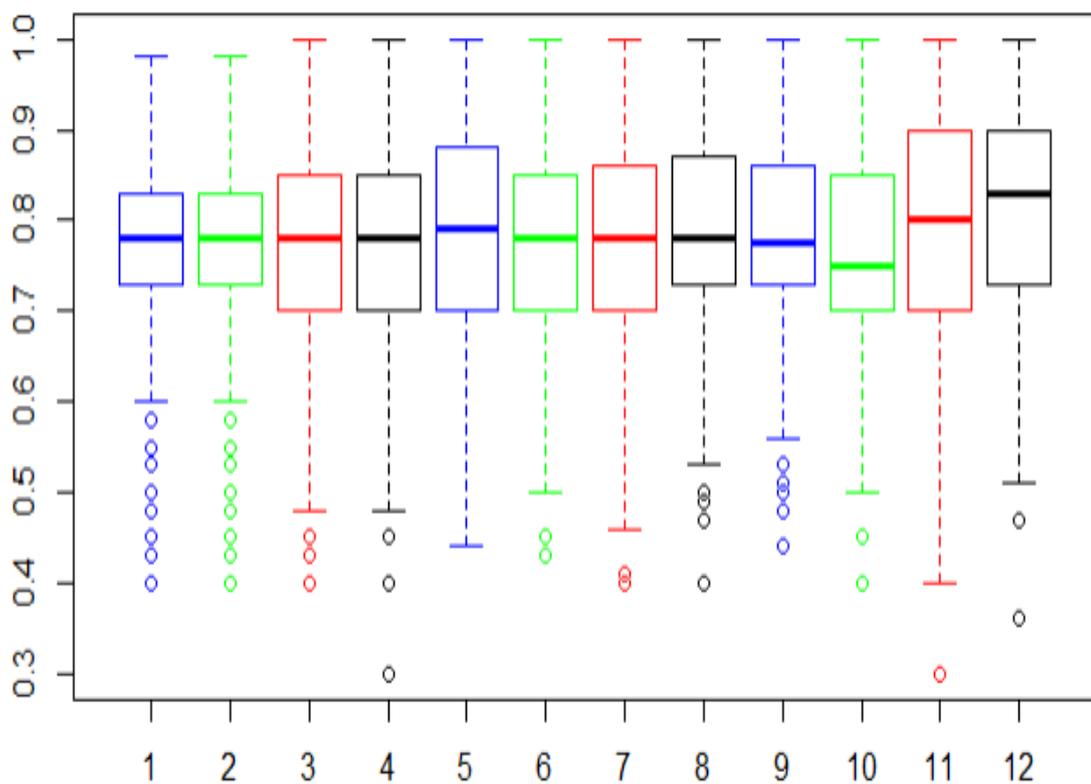
Elaborado por: Autor.

3.2.5. Análisis de diagrama de cajas

En la figura Nro. 13, se observa el análisis descriptivo de las variables mediante el diagrama de cajas, no existe datos atípicos sobre el límite superior, pero si existe en el límite inferior.

Es importante indicar: 11 de 12 variables de estudio presentan datos atípicos en el límite inferior, es decir, distantes al resto de datos.

Figura 13: Diagrama de cajas.



Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.2.6. Análisis univariado

Las doce variables fueron estudiadas de manera individual, se calculó la media, la desviación estándar, y la varianza. El promedio general de la media es de **0.7265**.

La desviación estándar es representada por las variables que se encuentran más dispersos a la media, para este estudio de investigación, las variables resultantes son: calidad, integridad, eficiencia, usabilidad.

Como resultado de la varianza, el factor calidad tiene un valor de **0.1229** y la variable integridad un valor de **0.0148**, estos dos valores se encuentran más dispersos a la media.

Tabla 4: Análisis univariado.

Variable	Media	Desviación E.	Varianza
Mantenibilidad	0.7648	0.1117	0.0124
Flexibilidad	0.7652	0.1171	0.0137
Testeabilidad	0.7686	0.1177	0.0138
Portabilidad	0.7826	0.1140	0.0129
Reusabilidad	0.7758	0.0968	0.0093
Interoperabilidad	0.7756	0.1119	0.0125
Corrección	0.7878	0.1033	0.0106
Fiabilidad	0.7815	0.0993	0.0098
Eficiencia	0.7729	0.1194	0.0142
Integridad	0.7893	0.1218	0.0148
Usabilidad	0.8111	0.1194	0.0142
Calidad	0.1429	0.3505	0.1229

Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.2.7. Análisis multivariado

El análisis multivariado, fue realizado mediante covarianza y correlación de la variable **CALIDAD** con todas las variables X.

3.2.7.1. Covarianza de la variable calidad con las variables X

Se observa en la tabla Nro. 5, el análisis de covarianza entre la variable calidad y las variables del modelo McCall, como resultado se obtiene una dependencia inversa o negativa.

Las variables que más se apegan al positivo son: fiabilidad, usabilidad, eficiencia, y reusabilidad.

Tabla 5: Análisis de covarianza, entre variable calidad y variables X.

Variable Y	Variable X	Resultado
Calidad	Mantenibilidad	-0.028582
	Flexibilidad	-0.025579
	Testeabilidad	-0.024366
	Portabilidad	-0.021913
	Reusabilidad	-0.018194
	Interoperabilidad	-0.021973
	Corrección	-0.020253
	Fiabilidad	-0.017649
	Eficiencia	-0.019514
	Integridad	-0.020916
	Usabilidad	-0.019169

Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.2.7.2. Correlación de la variable “calidad” con las variables X

Se observa en la tabla Nro. 6, la correlación entre variable calidad y variables X, todas las correlaciones son negativas, es decir, a un crecimiento de X se observa una tendencia a disminuir Y.

Las variables más cercanas al positivo son: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad.

La mejor correlación es utilizada en el diagrama de dispersión y para el modelo de regresión lineal múltiple.

Tabla 6: Análisis correlacional, entre variable calidad y variables X.

Variable Y	Variable X	Resultado
Calidad	Mantenibilidad	-0.729821
	Flexibilidad	-0.622642
	Testeabilidad	-0.590482
	Portabilidad	-0.548256
	Reusabilidad	-0.536056
	Interoperabilidad	-0.559885
	Corrección	-0.558854
	Fiabilidad	-0.506749
	Eficiencia	-0.466057
	Integridad	-0.489479
	Usabilidad	-0.457757

Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

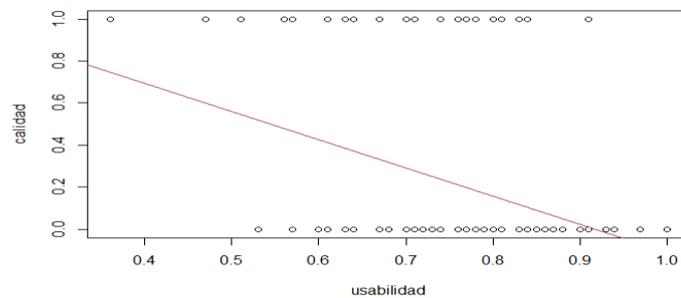
La regresión lineal múltiple no es el mejor modelo para la adaptación de las variables X con la variable Y. Se espera que en futuros trabajos se encuentre un mejor modelo que se adapte a estos datos.

3.2.7.3. Diagrama de dispersión

Diagrama de dispersión variable usabilidad

En la figura Nro. 14, existe una correlación negativa, a un crecimiento de usabilidad se observa una tendencia de disminuir la calidad. Los resultados del cálculo efectuado para obtener el diagrama de dispersión, arroja un valor de **0,95%** en la variable usabilidad. Se confirma que existe una correlación negativa entre la variable calidad y usabilidad.

Figura 14: Diagrama de dispersión, usabilidad versus calidad.



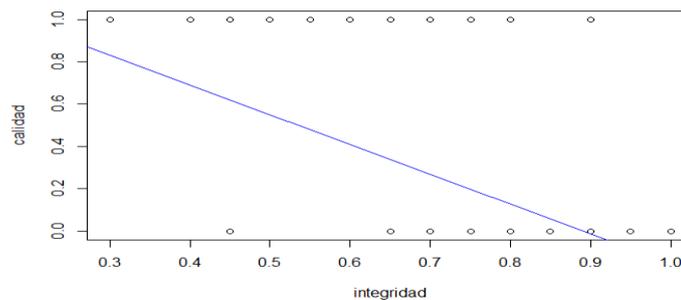
Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

Diagrama de dispersión variable integridad

En la figura Nro. 15, existe una correlación negativa, a un crecimiento de integridad se observa una tendencia de disminuir la calidad. Los resultados del cálculo efectuado para obtener el diagrama de dispersión, arroja un valor de **0,92%** en la variable integridad. Se confirma que existe una correlación negativa entre la variable calidad e integridad.

Figura 15: Diagrama de dispersión, integridad versus calidad.



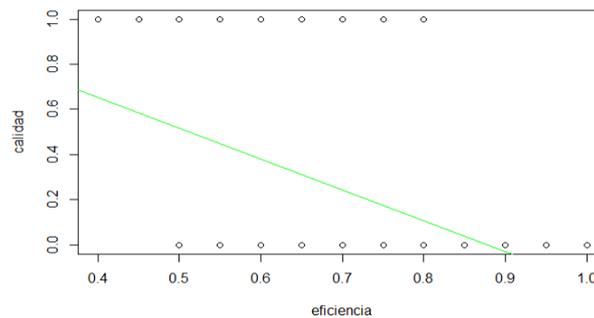
Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

Diagrama de dispersión variable eficiencia

En la figura Nro. 16, existe una correlación negativa, a un crecimiento de eficiencia se observa una tendencia de disminuir la calidad. Los resultados del cálculo efectuado para obtener el diagrama de dispersión, arroja un valor de **0,91%** en la variable eficiencia. Se confirma que existe una correlación negativa entre la variable calidad y eficiencia.

Figura 16: Diagrama de dispersión, eficiencia versus calidad.

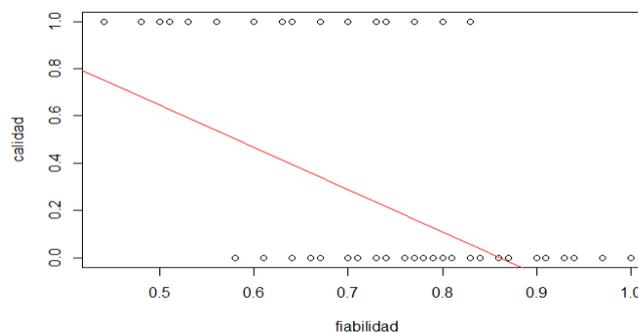


Fuente: Datos de la investigación.
Elaborado por: Autor.

Diagrama de dispersión variable fiabilidad

En la figura Nro. 17, existe una correlación negativa, a un crecimiento de fiabilidad se observa una tendencia de disminuir la calidad. Los resultados del cálculo efectuado para obtener el diagrama de dispersión, arroja un valor de **0,91%** en la variable fiabilidad. Se confirma que existe una correlación negativa entre la variable calidad y fiabilidad.

Figura 17: Diagrama de dispersión, fiabilidad versus calidad.

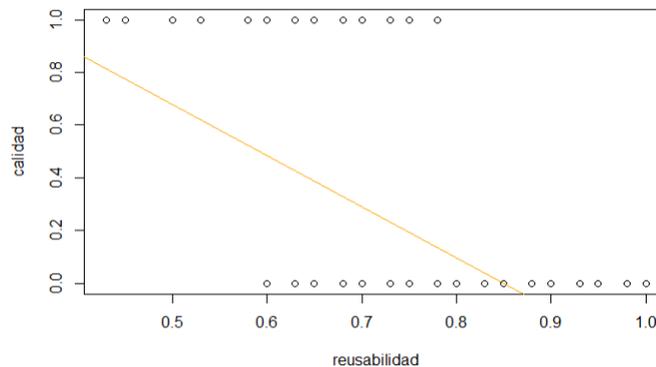


Fuente: Datos de la investigación.
Elaborado por: Autor.

Diagrama de dispersión variable reusabilidad

En la figura Nro. 18, existe una correlación negativa, a un crecimiento de reusabilidad se observa una tendencia de disminuir la calidad. Los resultados del cálculo efectuado para obtener el diagrama de dispersión, arroja un valor de **0,88%** en la variable reusabilidad. Se confirma que existe una correlación negativa entre la variable calidad y reusabilidad

Figura 18: Diagrama de dispersión, reusabilidad versus calidad.



Fuente: Datos de la investigación.

Elaborado por: Autor.

3.3. Presentación de resultados y discusión

3.3.1. Modelo de regresión lineal múltiple

Después de la correlación de variables X con Y, mediante análisis discriminario se seleccionó las variables más cercanas al positivo, las cuales son: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad. Con la regresión lineal múltiple se conoció la fórmula del modelo, siendo esta *inversamente proporcional*.

$$\begin{aligned} \text{CALIDAD} = & - 0.37327 (\text{USABILIDAD}) - 0.26403 (\text{INTEGRIDAD}) \\ & - 0.35124 (\text{EFICIENCIA}) - 0.45552 (\text{FIABILIDAD}) \\ & - 0.53605 (\text{REUSABILIDAD}) \end{aligned}$$

Se obtuvo un **R cuadrado**: 0.4598431, siendo un valor aceptable, también se calculó el **R cuadrado ajustado**: 0.4494555, el cual es menor que **R²**. Finalmente, se calculó el **p-value**: < 2.2e-16 teniendo como resultado una base de datos confiable, este proceso se realizó a través de una T-Student.

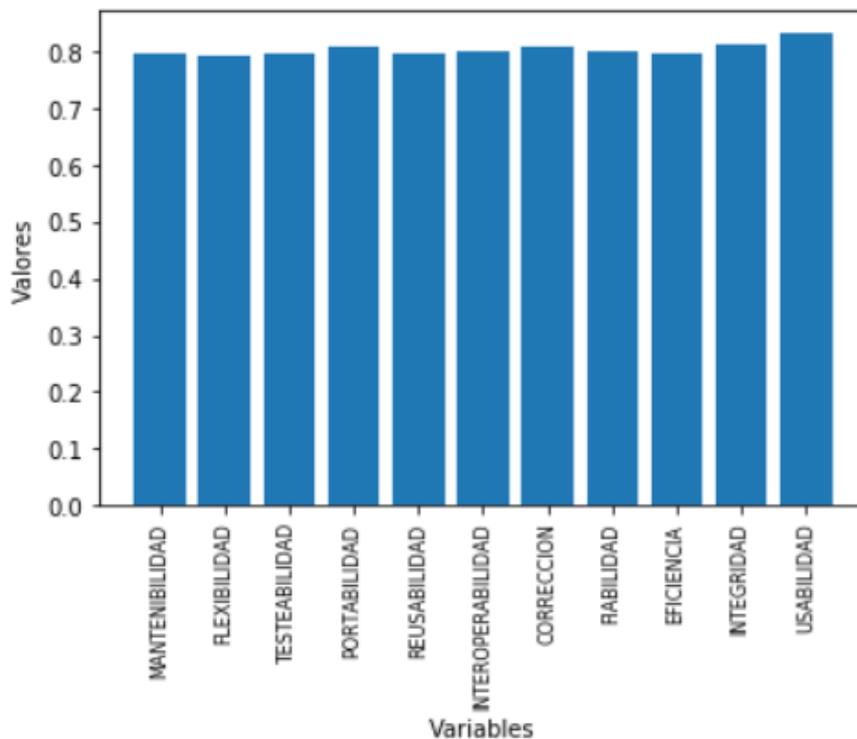
3.3.2. Representación de los modelos de calidad

Mediante el análisis de datos **NO SUPERVISADO** aplicado a la muestra, se obtuvo dos modelos de calidad. El un modelo representa el **85.71%** de la muestra, y el otro modelo el **14.29%**.

3.3.2.1. Modelo de calidad Uno

Este primer modelo representa el **85.71%** de la muestra; en la figura Nro. 19, se observa que la variable usabilidad supera el límite de valores de **Y**, en cambio, las variables: integridad, portabilidad, corrección; se mantienen al mismo nivel del límite superior.

Figura 19: Modelo de calidad Uno.

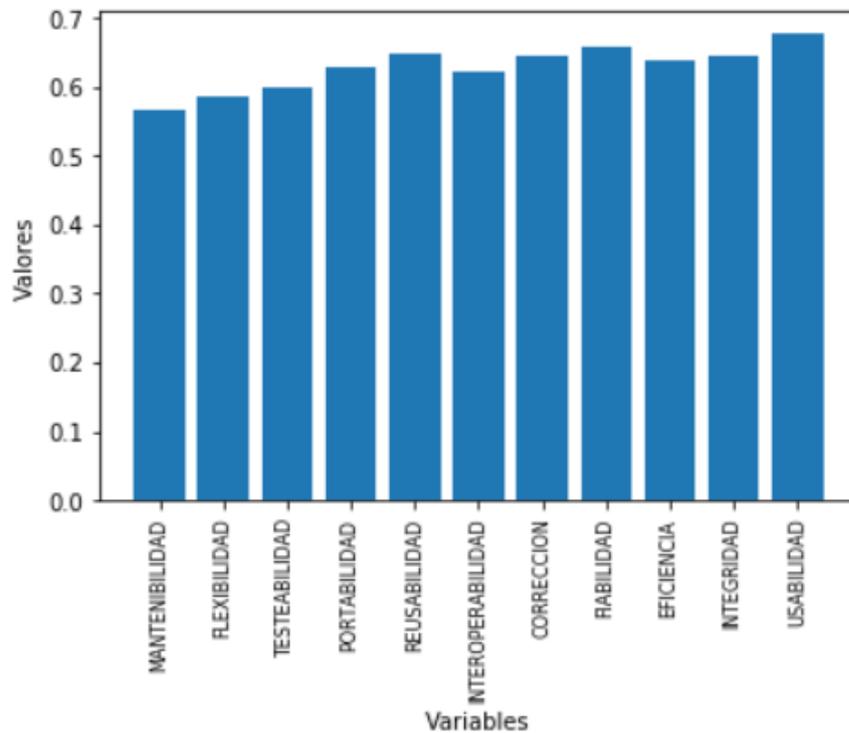


Fuente: Datos de la investigación.
Elaborado por: Autor.

3.3.2.2. Modelo de calidad Dos

El segundo modelo representa el **14.29%** de la muestra; en la figura Nro. 20, se observa que las variables: reusabilidad, fiabilidad, y usabilidad; están más cerca del límite superior, en cambio, las variables: mantenibilidad, y flexibilidad; se encuentran más distantes.

Figura 20: Modelo de calidad Dos.



Fuente: Datos de la investigación.
Elaborado por: Autor.

CONCLUSIONES

El planteamiento del modelo de estudio se realizó mediante la investigación teórica y con análisis exhaustivo de los factores, criterios, y métricas para la selección del modelo. Se puede concluir que se tomó como base científica el modelo McCall con sus once variables: integridad, mantenimiento, correcto, eficiencia, usabilidad, flexibilidad, realización, reusabilidad, fiabilidad, interoperabilidad y portabilidad, puesto que este modelo tiene mayor adaptación a la realidad de Santo Domingo.

El modelo seleccionado proporciona variables, dimensiones e indicadores, orientados a la mejora continua, pero resulta que las métricas tienen alto nivel de tecnicismo, lo cual dificulta al momento de levantar información mediante la encuesta. Se concluye que gracias a la ayuda de expertos y de empresarios informáticos se logró traducir de un lenguaje técnico a un lenguaje natural y entendible, con el fin de receptar información desde la perspectiva del usuario.

Para concluir, se evaluó la calidad del software mediante el instrumento de la encuesta, conociendo la perspectiva del usuario, los datos recolectados fueron tratados con lenguaje de programación R, y Python; mediante el análisis de datos no supervisados se encontró la variable calidad, y con el análisis de datos supervisados se conoció las variables determinantes para el modelo: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad, esto acorde a la realidad de Santo Domingo.

RECOMENDACIONES

Para el desarrollo y crecimiento de las empresas desarrolladoras de software de Santo Domingo, es recomendable que se lleve a cabo un plan de mejoramiento de la calidad del software con seguimiento y control, para reducir el riesgo en la gestión de las Tecnologías de la Información (TI).

Mediante la investigación realizada, por primera vez se evalúa la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo, no ha existido un estudio similar, el investigador recomienda a las empresas de software que constantemente evalúen sus productos, a través del modelo de evaluación McCall para contribuir a la mejora continua.

Se recomienda considerar los factores determinantes del modelo presentado, basado en la calidad del software: usabilidad, integridad, eficiencia, fiabilidad, reusabilidad, para garantizar la mejora del servicio, y la transformación de la matriz productiva.

Este trabajo de investigación servirá de aporte para nuevas investigaciones, se recomienda mejorar el proceso de evaluación de la calidad del software con alguna metodología complementaria o normas internacionales, siempre con tendencia a la mejora continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- Avila Barray, H. L. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Cuauhtemoc, Chihuahua, México: Edición Electrónica.
- Battaglia, R., Di Paola, B., & Fazio, C. (2015). Cluster Analysis of Educational Data: an Example of Quantitative Study on the answer to an Open-Ended Questionnaire. *UOP_PERG*, 30.
- Callejas, M., Alarcón Aldana, A. C., & Álvarez Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*, 13, 236-250. doi: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>
- Carrasquilla Batista, A., Chacón Rodríguez, A., Núñez Montero, K., Gómez Espinoza, O., Valverde, J., & Guerrero Barrantes, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Tecnología en Marcha*, 33-45. doi:10.18845/tm.v29i8.2983
- Cevallos, I. (4 de Mayo de 2019). Facturación Electrónica. (I. M. Ramos, Entrevistador) Obtenido de <http://systemjc.com/>
- Chevers, D. (27 de Enero de 2014). Key factors of process maturity in English-speaking Caribbean . *RAE - Revista de Administración de Empresas*. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020140307>
- Coutin Marie, G. (2007). Métodos para la detección de la variación estacional en Cuba aplicados a la vigilancia en salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 11.
- Cuesta, T. (03 de Junio de 2019). Seguridad de la Información. (I. Ramos, Entrevistador)
- Espinoza Mina, M. A., & Gallegos Barzola, D. d. (2017). La Industria del software en Ecuador: evolución y situación actual. *Revista Espacios*.
- Fuertes Castro, J. L. (Enero de 2002). Modelo de calidad para el software orientado a objetos. *Tesis Doctoral*. Madrid, España.
- Gobierno Electrónico de Ecuador. (11 de Junio de 2019). *Gobierno Electrónico de Ecuador*. Obtenido de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/esquema-gubernamental-de-seguridad-de-la-informacion-egsi/>

- Guzmán, M. H. (5 de Junio de 2019). Sistemas de Información. (I. Ramos, Entrevistador) Obtenido de <http://www.latino.edu.ec/contacto/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metología de la investigación Quinta edición* (Vol. V). (S. D. INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) México, D.F., México: McGRAW-HILL.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-a-empresas/>
- International Organization for Standardization. (11 de 06 de 2019). *International Organization for Standardization*. Obtenido de <https://www.iso.org/the-iso-story.html#12>
- International Organization for Standardization. (11 de 06 de 2019). *International Organization for Standardization*. Obtenido de <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- Lacity, M., Khan, S., & Yan, A. (2016). Review of the empirical business services sourcing literature an update and futures. *JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY*, 269-328.
doi:<https://doi.org/10.1057/jit.2016.2>
- Mahajan, P. (4 de Abril de 2016). Different Types of Testing in Software Testing. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3. Obtenido de www.irjet.net
- Manfredi Naveiro, R., & Motta, V. (2 de Julio de 2018). QFD and TRIZ integration in product development a Model for Systematic Optimization of Engineering Requirements. *Production*, 28.
doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.20170093>
- Martínez Salgado, C. (2011). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *ARTIGO ARTICLE*.
- Mendoza Morales, L. E., Pérez, M. A., & Griman, A. C. (2005). Prototipo de Modelo Sistemico de Calidad (MOSCA) del Software. *Universidad Simón Bolívar*, 8(3), 196-217.
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (2014). *Libro Blanco de Territorios Digitales en Ecuador*. Obtenido de <https://observatoriotic.mintel.gob.ec/wp->

content/uploads/2015/03/LibroBlanco-Territorio-Digital-v2-20-Octubre-2014.pdf

- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (2019). *Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/#>
- Moreno, J. J., Bolaños, L. P., & Navia, M. A. (Junio de 2010). Exploración de modelos y estándares de calidad para el producto software. *UIS Ingenierías*, 9(1), 39-53.
- Plaza, M., Nuñez, A., Villavicencio, M., Rodríguez, J., Zambrano, J., & Quijano, J. (2017). *Escuela Superior Politecnica del Litoral*. Obtenido de Estudios industriales orientación estratégica para la toma de decisiones: <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriasoftware.pdf>
- Rojers, J. (2018). Digital Transformation, Business Model Innovation and Efficiency in Content Industries: A Review. *The International Technology Management Review*, 7, 59-70. Obtenido de <https://doi.org/10.2991/itmr.7.1.6>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2009). *Recuperación del Estado para alcanzar el Buen Vivir*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Recuperaci%C3%B3n-del-Estado-Nacional-para-alcanzar-el-Buen-Vivir-MEMORIA-BIENAL-2007-2009.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Matriz Productiva*. Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf
- Servicios de Rentas Internas. (2019). *Servicio de Rentas Internas*. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/facturacion-electronica>
- Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Uddin Palas, J., Ashraf, M., Quazi, A., Grunfeld, H., & Hasan, N. (2017). Linking Indigenous Peoples Health-Related Decision Making to Information Communication Technology: Insights from an Emerging Economy. *The*

International Technology Management Review, 6, 64-81.

doi:<https://doi.org/10.2991/itmr.2017.6.3.1>

Ulloa, M. J. (22 de Abril de 2019). Calidad de software. (I. M. Ramos, Entrevistador) Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ AUXILIAR DE OPERACIÓN EN EL DISEÑO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PROBLEMA	OBJETIVO	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿De qué manera incide la aplicación de un modelo de evaluación en la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo?	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el modelo de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo, en base a sus variables. 	Calidad del Software	Mantenibilidad
			Flexibilidad
			Testeabilidad
			Portabilidad
			Reusabilidad
			La Interoperabilidad
			Corrección
			Fiabilidad
			Eficiencia
			Integridad
		Usabilidad	
SISTEMATIZACIÓN	ESPECÍFICOS		
<p>¿Cuáles son los modelos de evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?</p> <p>¿Cuáles son las variables y dimensiones para evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?</p> <p>¿Cómo evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos?</p>	<p>Investigar modelos de evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos.</p> <p>Levantar la información de los indicadores comprendidos en cada una de las variables, obtenidas de las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo.</p> <p>Evaluar la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo.</p>		

Fuente: Datos de la Investigación.

Elaborado por: Autor.

ANEXO 2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS DE LAS VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	No	DIMENSIÓN	ABRV.	INDICADOR	ANTECEDENTES TEÓRICOS
Calidad del Software	Mantenibilidad	1	Simplicidad	SP	Grado de la dificultad para entender el software	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		2	Exacto	EX	Exactitud de los cálculos y control	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		3	Modularidad	MD	Independencia funcional de componentes	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		4	Autodescriptivos	AD	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Flexibilidad	5	Autodescriptivos	AD	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		6	Expansabilidad	EP	Grado permitido de ampliación del diseño de la arquitectura de datos	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		7	Generalidad	GE	La extensión de aplicación potencial de los componentes del programa	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Testabilidad	8	Simplicidad	SP	Grado de la dificultad para entender el software	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		9	Instrumentación	IN	Grado de auto-vigilancia en el funcionamiento e identificación de errores	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		10	Autodescriptivos	AD	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Portabilidad	11	Autodescriptivos	AD	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		12	Sistemas independientes	SID	Grado de independencia del software en relación al sistema operativo	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		13	Máquinas independientes	MID	Grado de desacople del software en relación al hardware que opera	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Reusabilidad	14	Generalidad	GE	La extensión de aplicación potencial de los componentes del programa	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		15	Modularidad	MD	Independencia funcional de componentes	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		16	Máquinas independientes	MID	Grado de desacople del software en relación al hardware que opera	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		17	Sistemas independientes	SID	Grado de independencia del software en relación al sistema operativo	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	La Interoperabilidad	18	Modularidad	MD	Independencia funcional de componentes	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		19	Comunicación cotidiana	CC	Grado de comunicación con los distintos ordenadores	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		20	Dato cotidiano	DC	Efectividad con que se trasmite un dato o valor	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Corrección	21	Plastabilidad	RA	Capacidad de alcanzar una representación del diseño	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		22	Complejidad	CP	Grado con que se ha logrado la implementación total de una función	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		23	Consistencia	CS	Diseño uniforme del programa empleando técnicas de documentación	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Fiabilidad	24	Consistencia	CS	Diseño uniforme del programa empleando técnicas de documentación	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		25	Precisión	PR	Precisión obtenida en los cálculos	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		26	Tolerancia al error	TE	Deterioro causado cuando un programa descubre un error	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Eficiencia	27	Eficiencias en la ejecución	EE	Rendimiento en tiempo de ejecución	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		28	Eficiencias en el almacenamiento	EA	Rendimiento en tiempo de almacenamiento	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Integridad	29	Control de accesos	CA	Disponibilidad de elementos de protección del programa y la información	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		30	Auditoría de accesos	AA	Facilidad de comprobación	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
	Usabilidad	31	Operabilidad	OP	Facilidad de operación	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		32	Capacidad de comunicación	CAC	Grado del uso de estándares y protocolos	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.
		33	Entrenamiento	EN	Grado en que el software ayuda a los nuevos usuarios a manejar el sistema	Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013). Métricas estadísticas asociadas al proceso de desarrollo y mejora continua de software.

Fuente: Datos de la Investigación.
Elaborado por: Autor.

ANEXO 3 MODELO CONCEPTUAL APLICADO A LA INVESTIGACIÓN

VARIABLE DEPENDIENTE	FUNCIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES
CALIDAD DEL SOFTWARE	MODELO	Mantenibilidad	Simplicidad, exacto, auto descriptivos, modularidad
		Flexibilidad	Auto descriptivos, expansibilidad, generalidad, modularidad
		Testeabilidad	Simplicidad, instrumentación, auto descriptivos, modularidad
		Portabilidad	Auto descriptivos, sistemas independientes, máquinas independ..
		Reusabilidad	Generalidad, modularidad, sistemas independientes, máquinas independ..
		La interoperabilidad	Modularidad, comunicación cotidiana, dato cotidiano
	MCCALL	Corrección	Rastreabilidad, completitud, consistencia
		Fiabilidad	Consistencia, precisión, tolerancia al error
		Eficiencia	Eficiencia en ejecución, eficiencia en almacenamiento
		Integridad	Control de accesos, auditoría de accesos
		Usabilidad	Operabilidad, entrenamiento, capacidad de comunicación

Fuente: Datos recopilados de la Investigación a partir del modelo McCall, Strub, A. M., Savi, C. A., Ferrando, M., Romoli, I., & Stefanich, C. (2013), para evaluar la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo.

Elaborado por: Autor.

ANEXO 4 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN, OPERACIONALIZACIÓN

TÉCNICA:	Recolección de campo	FUENTE:	Primaria
INSTRUMENTO:	Encuesta	TIPO INFORMACIÓN:	Cuantitativa
ESCALA	0 AL 10	FRECUENCIA:	Diaria

VARIABLE DEPENDIENTE	CÓDIGO VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	No	ABRV.	DIMENSIÓN	INDICADOR	PESO	ÍTEM O PREGUNTA
	VI01	Mantenibilidad	1	SP	Simplicidad	Grado de la dificultad para entender el software	0,25	¿Qué nivel de rapidez demuestran los técnicos para solucionar los problemas presentados con el software?
			2	EX	Exacto	Exactitud de los cálculos y control	0,25	¿Qué nivel de efectividad tienen las soluciones aplicadas por los técnicos una vez atendidos los problemas reportados?
			3	MD	Modularidad	Independencia funcional de componentes	0,25	¿Qué nivel de desempeño, le proporciona el software adquirido, mientras realizan los mantenimientos el personal técnico?
			4	AD	Autodescriptivos	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	0,25	¿Qué nivel de asimilación tiene sobre la documentación proporcionada para solucionar los problemas básicos antes de comunicarse con la empresa que desarrolló el software?
	VI02	Flexibilidad	5	AD	Autodescriptivos	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	0,25	¿Qué nivel de aceptación presenta la documentación, que da a conocer la forma de configurar los nuevos cambios que requiere la empresa?
			6	EP	Expansabilidad	Grado permitido de ampliación del diseño de la arquitectura de datos	0,50	¿En qué medida es viable adicionar en el software, nuevos módulos o procesos requeridos por la empresa?
			7	GE	Generalidad	La extensión de aplicación potencial de los componentes del programa	0,25	¿En qué medida es viable adicionar o modificar en el software, formularios o ventanas requeridos por la empresa?
	VI03	Testeabilidad	8	SP	Simplicidad	Grado de la dificultad para entender el software	0,25	¿Qué tan fácil le resulta realizar pruebas de verificación al software para verificar su correcto funcionamiento?
			9	IN	Instrumentación	Grado de auto-vigilancia en el funcionamiento e identificación de errores	0,50	¿Cumple con sus expectativas el monitoreo remoto que realiza la empresa contratada para garantizar el correcto funcionamiento?
			10	AD	Autodescriptivos	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	0,25	¿Qué grado de satisfacción brinda la documentación proporcionada para realizar pruebas de funcionamiento óptimo al software, en caso de ser necesario?
	VI04	Portabilidad	11	AD	Autodescriptivos	Grado en que el código fuente brinda documentación importante	0,25	¿Qué grado de asimilación le proporciona la documentación existente para instalar el software en un nuevo ordenador o dispositivo?
			12	SID	Sistemas independientes	Grado de independencia del software en relación al sistema operativo	0,40	¿Qué nivel de adaptabilidad tiene el software para instalarse en Windows, Linux o cualquier otro sistema operativo?
			13	MID	Máquinas independientes	Grado de desacople del software en relación al hardware que opera	0,35	¿Qué nivel de adaptabilidad presenta el software al momento de instalar un nuevo hardware al ordenador donde se encuentra instalado el software?

Calidad del Software	VI05	Reusabilidad	14	GE	Generalidad	La extensión de aplicación potencial de los componentes del programa	0,25	¿Qué calidad de desempeño presenta el software tanto en ordenadores como en dispositivos móviles?
			15	MD	Modularidad	Independencia funcional de componentes	0,25	¿Qué nivel de efectividad presenta el software, al momento de trabajar con determinados módulos activos y otros inactivos?
			16	MID	Maquinas independientes	Grado de desacople del software en relación al hardware que opera	0,25	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en un mismo sistema operativo?
			17	SID	Sistemas independientes	Grado de independencia del software en relación al sistema operativo	0,25	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en distintos sistemas operativos?
	VI06	La Interoperabilidad	18	MD	Modularidad	Independencia funcional de componentes	0,25	¿Qué calidad de servicio presenta el software al momento de encontrarse apagado o desconectado el servidor?
			19	CC	Comunicación cotidiana	Grado de comunicación con los distintos ordenadores	0,40	¿Qué tan rápido es la descarga o visualización de los reportes consultados?
			20	DC	Dato cotidiano	Efectividad con que se trasmite un dato o valor	0,35	¿Qué tan veloz es la ejecución de las operaciones del software?
	VI07	Corrección	21	RA	Rastreabilidad	Capacidad de alcanzar una representación del diseño	0,30	¿Qué grado de satisfacción tiene con la presentación gráfica de los formularios del software?
			22	CP	Complejidad	Grado con que se ha logrado la implementación total de una función	0,35	¿Qué nivel de cumplimiento presenta el software en relación a lo esperado?
			23	CS	Consistencia	Diseño uniforme del programa empleando técnicas de documentación	0,35	¿Qué nivel de satisfacción presenta el informe final de entrega recepción del software en cuanto a su contenido?
	VI08	Fiabilidad	24	CS	Consistencia	Diseño uniforme del programa empleando técnicas de documentación	0,35	¿Qué nivel de control presenta el software al momento de querer ingresar datos incorrectos?
25			PR	Precisión	Precisión obtenida en los cálculos	0,30	¿Qué grado de confiabilidad presentan los reportes de cierre de caja?	
26			TE	Tolerancia al error	Deterioro causado cuando un programa descubre un error	0,35	¿Qué tan tolerable son los errores presentados en el software mientras se encuentra trabajando con el mismo?	
VI09	Eficiencia	27	EE	Eficiencias en la ejecución	Rendimiento en tiempo de ejecución	0,50	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante las consultas realizadas?	
		28	EA	Eficiencias en el almacenamiento	Rendimiento en tiempo de almacenamiento	0,50	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante el ingreso y almacenamiento de datos?	
VI10	Integridad	29	CA	Control de accesos	Disponibilidad de elementos de protección del programa y la información	0,50	¿Qué cantidad de personas cuentan con su propio usuario y contraseña para el acceso al software?	
		30	AA	Auditoría de accesos	Facilidad de comprobación	0,50	¿Qué tan eficiente resultan los reportes de accesos de usuarios y actividades realizadas en el software?	
VI11	Usabilidad	31	OP	Operabilidad	Facilidad de operación	0,30	¿Qué tan fácil le resulta usar el software?	
		32	CAC	Capacidad de comunicación	Grado del uso de estándares y protocolos	0,35	¿Qué tan efectivo son los canales de comunicación para solventar dudas sobre el uso del software?	
		33	EN	Entrenamiento	Grado en que el software ayuda a los nuevos usuarios a manejar el sistema	0,35	¿Cómo calificaría su nivel de entendimiento posterior a su capacitación para el uso del software?	

Fuente: Datos de la Investigación.
Elaborado por: Autor

ANEXO 5 MATRIZ DE CONVERSIÓN DE DATOS

TÉCNICA:	Recolección de campo	FUENTE:	Primaria
INSTRUMENTO:	Encuesta	TIPO INFORMACIÓN:	Cuantitativa
ESCALA	0 AL 10	FRECUENCIA:	Diaria

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	No	DIMENSIÓN	ÍTEM O PREGUNTA	NOMBRE DE LA VARIABLE	PROCESAMIENTO
Mantenibilidad		1	Simplicidad	¿Qué nivel de rapidez demuestran los técnicos para solucionar los problemas presentados con el software?	MANTENIBILIDAD	Estadísticas con Python y R
		2	Exacto	¿Qué nivel de efectividad tienen las soluciones aplicadas por los técnicos una vez atendidos los problemas reportados?		
		3	Modularidad	¿Qué nivel de desempeño, le proporciona el software adquirido, mientras realizan los mantenimientos el personal técnico?		
		4	Autodescriptivos	¿Qué nivel de asimilación tiene sobre la documentación proporcionada para solucionar los problemas básicos antes de comunicarse con la empresa que desarrolló el software?		
Flexibilidad		5	Autodescriptivos	¿Qué nivel de aceptación presenta la documentación, que da a conocer la forma de configurar los nuevos cambios que requiere la empresa?	FLEXIBILIDAD	Estadísticas con Python y R
		6	Expansabilidad	¿En qué medida es viable adicionar en el software, nuevos módulos o procesos requeridos por la empresa?		
		7	Generalidad	¿En qué medida es viable adicionar o modificar en el software, formularios o ventanas requeridos por la empresa?		
Testeabilidad		8	Simplicidad	¿Qué tan fácil le resulta realizar pruebas de verificación al software para verificar su correcto funcionamiento?	TESTEABILIDAD	Estadísticas con Python y R
		9	Instrumentación	¿Cumple con sus expectativas el monitoreo remoto que realiza la empresa contratada para garantizar el correcto funcionamiento?		
		10	Autodescriptivos	¿Qué grado de satisfacción brinda la documentación proporcionada para realizar pruebas de funcionamiento óptimo al software, en caso de ser necesario?		
Portabilidad		11	Autodescriptivos	¿Qué grado de asimilación le proporciona la documentación existente para instalar el software en un nuevo ordenador o dispositivo?	PORTABILIDAD	Estadísticas con Python y R
		12	Sistemas independientes	¿Qué nivel de adaptabilidad tiene el software para instalarse en Windows, Linux o cualquier otro sistema operativo?		
		13	Máquinas independientes	¿Qué nivel de adaptabilidad presenta el software al momento de instalar un nuevo hardware al ordenador donde se encuentra instalado el software?		

Reusabilidad	14	Generalidad	¿Qué calidad de desempeño presenta el software tanto en ordenadores como en dispositivos móviles?	REUSABILIDAD	Estadísticas con Python y R
	15	Modularidad	¿Qué nivel de efectividad presenta el software, al momento de trabajar con determinados módulos activos y otros inactivos?		
	16	Maquinas independientes	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en un mismo sistema operativo?		
	17	Sistemas independientes	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en distintos sistemas operativos?		
La Interoperabilidad	18	Modularidad	¿Qué calidad de servicio presenta el software al momento de encontrarse apagado o desconectado el servidor?	INTEROPERABILIDAD	Estadísticas con Python y R
	19	Comunicación cotidiana	¿Qué tan rápido es la descarga o visualización de los reportes consultados?		
	20	Dato cotidiano	¿Qué tan veloz es la ejecución de las operaciones del software?		
Corrección	21	Rastreabilidad	¿Qué grado de satisfacción tiene con la presentación gráfica de los formularios del software?	CORRECCION	Estadísticas con Python y R
	22	Compleitud	¿Qué nivel de cumplimiento presenta el software en relación a lo esperado?		
	23	Consistencia	¿Qué nivel de satisfacción presenta el informe final de entrega recepción del software en cuanto a su contenido?		
Fiabilidad	24	Consistencia	¿Qué nivel de control presenta el software al momento de querer ingresar datos incorrectos?	FIABILIDAD	Estadísticas con Python y R
	25	Precisión	¿Qué grado de confiabilidad presentan los reportes de cierre de caja?		
	26	Tolerancia al error	¿Qué tan tolerable son los errores presentados en el software mientras se encuentra trabajando con el mismo?		
Eficiencia	27	Eficiencias en la ejecución	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante las consultas realizadas?	EFICIENCIA	Estadísticas con Python y R
	28	Eficiencias en el almacenamiento	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante el ingreso y almacenamiento de datos?		
Integridad	29	Control de accesos	¿Qué cantidad de personas cuentan con su propio usuario y contraseña para el acceso al software?	INTEGRIDAD	Estadísticas con Python y R
	30	Auditoria de accesos	¿Qué tan eficiente resultan lo reportes de accesos de usuarios y actividades realizadas en el software?		
Usabilidad	31	Operabilidad	¿Qué tan fácil le resulta usar el software?	USABILIDAD	Estadísticas con Python y R
	32	Capacidad de comunicación	¿Qué tan efectivo son los canales de comunicación para solventar dudas sobre el uso del software?		
	33	Entrenamiento	¿Cómo calificaría su nivel de entendimiento posterior a su capacitación para el uso del software?		

Fuente: Datos de la Investigación.

Elaborado por: Autor.

ANEXO 6 DICTAMEN DE APROBACIÓN DEL TEMA DE TESIS



Dictamen No. FEP-2019-05-808

El Decano de la Facultad de Estudios de Posgrado de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil – UTEG.

CONSIDERANDO:

Que mediante Consejo de Facultad FEP-CF-2019-05-0001 del 14 de mayo del 2019 se presenta el tema de tesis para la obtención del grado Académico de magister el alumno de la MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL de la Facultad de Estudios de Posgrado de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

Que, el maestrante **FRANCISCO MARCELO RAMOS SECAIRA**: presentó su Proyecto de Tesis titulado "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE EN LAS EMPRESAS DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS SITUADAS EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO" para optar al grado académico de Magister en Sistemas de Información Gerencial

Que, mediante Dictamen FEP-2019-05-808 se designó como docente asesor del proyecto de tesis al **MSC.KLEBER LOAYZA**.

De acuerdo con las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Estudios de Posgrado, así como lo establecido en el Estatuto de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil;

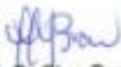
4. SE DICTAMINA:

1. Aprobar el Tema de tesis, "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE EN LAS EMPRESAS DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS SITUADAS EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO", para optar por el Grado de Magister en Sistemas de Información Gerencial
2. Elevar el presente Dictamen a la Facultad de Estudios de Posgrado para fines pertinentes

Regístrese, Comuníquese y Archívese


MSc. Olmedo Farfán González
Decano de la Facultad de Estudios de Posgrado




Ph.D. Olga Bravo Acosta
Directora de Investigación



• admisiones@uteg.edu.ec - admisionesequi@uteg.edu.ec
• PBX: (04) 605 2450 - 099 082 4496 @ 099 413 2842 @ 099 948 2217
• Urdesa Central, Guayaquanes # 520 y Calle Quinta

Síguenos en las Redes Sociales como UTEG    www.uteg.edu.ec

ANEXO 7 LISTADO DE LAS EMPRESAS DESARROLLADORAS DE SOFTWARE DE SANTO DOMINGO

Nro.	Empresa	Representante/ Propietario	Productos de software	Sitio web	Contacto
1	SystemJC	Ing. Javier Cevallos	Finansis software, Virtual Gym	http://systemjc.com	0986256483
2	Lit Sistemas	Ing. Tito Zambrano	Lit Facturación	http://litsistemas.com	0997328645
3	Sheyla	Ing. Carlos S.	Sheyla business, Sheyla Hotel	http://www.mysheyla.com/	0997591832
4	Anfibius	Lic. Luis Ramirez	Anfibius Administrativo, Anfibius Contable	https://anfibius.net/	0995457228
5	Pegasus	Ing. Damian Cabrera	Pegasus Control, Pegasus, Contable, Pegasus Nómina	http://www.pegasus.ec/	0981717571
6	Perseo	Perseo	Perseo Web, Perseo Escritorio	https://perseo.ec/	0991649018
7	Fénix Corp.	Fénix Corp.	Fénix Pro Add, Fénix eXpertis	https://fenixcorp.net/	0984658116

Fuente: Datos de la Investigación.

Elaborado por: Autor.

ANEXO 8 CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA



Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil –UTEG
Facultad de Estudios de Postgrados
Tesis en opción al título de Magister en Sistemas de
Información Gerencial

CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

Tema: “Evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo”.

Fecha:

Nombre del Entrevistado:

Institución:

Cargo:

Contacto:

Objetivo: determinar bajo su experiencia profesional, y laboral su criterio sobre la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo.

A continuación, se presenta un conjunto de preguntas relacionadas a la calidad del software: este instrumento de evaluación se aplica con el fin de obtener información relevante sobre sistemas de información diseñados por empresas de Santo Domingo.

1. ¿Sabe usted que es la calidad del software?

- Si
- No

Si su respuesta es sí, cómo definiría la calidad del software

2. ¿Cómo definiría la calidad del software?

Si su respuesta es no, a continuación, se detalla un breve concepto de la calidad del software.

La calidad de software es un concepto deseable para todo desarrollador, se refiere al grado de desempeño de las principales características con las que debe disponer los sistemas de información durante su ciclo de vida, dichas exigencias aseguran que el cliente cuente con un sistema confiable, lo cual aumenta la calidad del producto (Callejas, 2017).

3. Bajo su criterio profesional, y laboral ¿Cómo considera la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo?

f) Entrevistador

f) Entrevistado

ANEXO 9 CUESTIONARIO PARA ENCUESTA



Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil –UTEG
Facultad de Estudios de Postgrados
Tesis en opción al título de Magister en Sistemas de
Información Gerencial

ENCUESTA

Tema: “Evaluación de la calidad del software en las empresas de servicios tecnológicos situadas en la ciudad de Santo Domingo”.

Objetivo: Recopilar datos sobre la percepción del usuario en relación a la calidad del software en la ciudad de Santo Domingo.

Indicaciones: Valorar cada pregunta según su criterio siendo la calificación “0” la más baja y “10” la más alta.

No	ÍTEM O PREGUNTA	VALOR
1	¿Qué nivel de rapidez demuestran los técnicos para solucionar los problemas presentados con el software?	
2	¿Qué nivel de efectividad tienen las soluciones aplicadas por los técnicos una vez atendidos los problemas reportados?	
3	¿Qué nivel de desempeño, le proporciona el software adquirido, mientras realizan los mantenimientos el personal técnico?	
4	¿Qué nivel de asimilación tiene sobre la documentación proporcionada para solucionar los problemas básicos antes de comunicarse con la empresa que desarrolló el software?	
5	¿Qué nivel de aceptación presenta la documentación, que da a conocer la forma de configurar los nuevos cambios que requiere la empresa?	
6	¿En qué medida es viable adicionar en el software, nuevos módulos o procesos requeridos por la empresa?	
7	¿En qué medida es viable adicionar o modificar en el software, formularios o ventanas requeridos por la empresa?	
8	¿Qué tan fácil le resulta realizar pruebas de verificación al software para verificar su correcto funcionamiento?	
9	¿Cumple con sus expectativas el monitoreo remoto que realiza la empresa contratada para garantizar el correcto funcionamiento?	
10	¿Qué grado de satisfacción brinda la documentación proporcionada para realizar pruebas de funcionamiento óptimo al software, en caso de ser necesario?	
11	¿Qué grado de asimilación le proporciona la documentación existente para instalar el software en un nuevo ordenador o dispositivo?	
12	¿Qué nivel de adaptabilidad tiene el software para instalarse en Windows, Linux o cualquier otro sistema operativo?	
13	¿Qué nivel de adaptabilidad presenta el software al momento de instalar un nuevo hardware al ordenador donde se encuentra instalado el software?	

14	¿Qué calidad de desempeño presenta el software tanto en ordenadores como en dispositivos móviles?	
15	¿Qué nivel de efectividad presenta el software, al momento de trabajar con determinados módulos activos y otros inactivos?	
16	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en un mismo sistema operativo?	
17	¿Qué grado de calidad presenta la exportación e importación de reportes del software, de un ordenador a otro trabajando en distintos sistemas operativos?	
18	¿Qué calidad de servicio presenta el software al momento de encontrarse apagado o desconectado el servidor?	
19	¿Qué tan rápido es la descarga o visualización de los reportes consultados?	
20	¿Qué tan veloz es la ejecución de las operaciones del software?	
21	¿Qué grado de satisfacción tiene con la presentación gráfica de los formularios del software?	
22	¿Qué nivel de cumplimiento presenta el software en relación a lo esperado?	
23	¿Qué nivel de satisfacción presenta el informe final de entrega recepción del software en cuanto a su contenido?	
24	¿Qué nivel de control presenta el software al momento de querer ingresar datos incorrectos?	
25	¿Qué grado de confiabilidad presentan los reportes de cierre de caja?	
26	¿Qué tan tolerable son los errores presentados en el software mientras se encuentra trabajando con el mismo?	
27	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante las consultas realizadas?	
28	¿Qué calificación brindaría a la rapidez del software durante el ingreso y almacenamiento de datos?	
29	¿Qué cantidad de personas cuentan con su propio usuario y contraseña para el acceso al software?	
30	¿Qué tan eficiente resultan lo reportes de accesos de usuarios y actividades realizadas en el software?	
31	¿Qué tan fácil le resulta usar el software?	
32	¿Qué tan efectivo son los canales de comunicación para solventar dudas sobre el uso del software?	
33	¿Cómo calificaría su nivel de entendimiento posterior a su capacitación para el uso del software?	

ANEXO 10 FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Foto 1: Equipo de trabajo conformado por el maestrante de UTEG y estudiantes de informática, para la recolección de datos a través de la encuesta.



ANEXO 11 TABULACIÓN, PONDERACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE DATOS

TABULACIÓN DE DATOS																																	
Nro	MANTENIBILIDAD				FLEXIBILIDAD			TESTEABILIDAD			PORTABILIDAD			REUSABILIDAD				INTEROPERABILIDAD			CORRECCION			FIABILIDAD			EFICIENCIA		INTEGRIDAD		USABILIDAD		
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33
1	5	8	5	5	5	5	6	7	7	5	7	8	8	7	7	7	7	5	7	7	6	7	5	8	9	7	6	6	10	8	9	7	7
2	6	8	7	8	8	8	9	6	7	7	8	8	8	8	7	8	8	8	7	7	8	7	8	8	8	8	7	9	9	7	7	8	9
3	8	8	8	7	7	8	8	9	8	8	7	8	8	6	8	8	7	7	7	7	7	8	8	6	7	7	7	8	8	7	7	8	7
4	8	5	7	8	7	7	7	6	6	7	8	7	8	7	7	7	7	8	8	7	7	8	7	7	9	7	6	7	7	7	8	8	8
5	8	7	8	8	7	7	8	9	9	9	7	7	7	8	8	7	7	8	7	7	8	7	9	9	9	9	7	7	7	7	8	10	10
6	7	7	5	5	5	7	5	5	8	7	8	6	7	5	5	7	7	7	6	6	7	6	5	5	7	5	5	7	5	6	6	7	8
7	8	8	7	7	7	8	9	9	9	9	9	7	7	8	8	7	7	8	7	7	8	7	8	7	9	7	8	7	8	7	8	7	8
8	7	7	7	7	7	8	7	8	7	7	8	7	8	9	9	9	9	7	9	9	7	7	9	9	7	8	7	8	7	7	8	8	8
9	6	6	6	7	6	6	7	7	6	8	8	7	6	5	7	8	9	9	9	7	9	9	7	7	9	7	8	8	8	8	8	8	8
10	5	5	5	7	5	7	8	7	7	8	7	7	8	7	7	7	8	6	6	7	7	8	7	7	8	7	7	7	9	7	7	8	10
11	6	6	6	6	7	6	6	7	7	6	7	6	7	8	7	7	8	7	8	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7	7	7	10
12	5	5	5	5	5	7	7	6	6	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	8	6	7	7	7	6	7	10
13	8	7	9	9	8	9	9	9	8	8	8	9	9	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	9	10
14	6	9	7	7	8	8	6	7	9	9	7	7	8	9	9	7	7	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	7	7	8	7	8
15	4	6	4	4	5	4	5	4	4	4	5	6	7	5	4	4	4	4	5	6	4	6	4	4	6	6	6	6	6	7	4	4	6
16	8	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8	7	8	8	9	9	8	8	9	8	8	9
17	7	7	7	7	9	9	7	7	8	8	8	7	7	7	7	7	8	9	8	9	9	9	7	8	8	7	7	8	8	8	8	8	10
18	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	6	7	7	7
19	7	8	9	7	8	9	7	6	6	9	9	7	6	9	6	8	9	8	9	10	10	9	8	7	7	8	8	9	10	8	9	7	9
20	7	8	9	9	8	7	6	6	8	9	7	8	9	9	8	7	8	9	7	6	6	7	8	9	7	6	8	7	7	6	7	8	9

CÁLCULO PONDERADO Y NORMALIZADO											
MANTENIBILIDAD	FLEXIBILIDAD	TESTEABILIDAD	PORTABILIDAD	REUSABILIDAD	INTEROPERABILIDAD	CORRECCION	FIABILIDAD	EFICIENCIA	INTEGRIDAD	USABILIDAD	
0,58	0,53	0,65	0,78	0,70	0,65	0,60	0,80	0,60	0,90	0,76	
0,73	0,83	0,68	0,80	0,78	0,73	0,77	0,80	0,80	0,80	0,81	
0,18	0,78	0,83	0,78	0,73	0,70	0,77	0,67	0,75	0,75	0,74	
0,70	0,70	0,63	0,76	0,70	0,77	0,74	0,76	0,65	0,70	0,80	
0,78	0,73	0,90	0,70	0,75	0,73	0,80	0,90	0,70	0,70	0,84	
0,60	0,60	0,70	0,69	0,60	0,63	0,60	0,56	0,60	0,55	0,71	
0,15	0,80	0,90	0,75	0,75	0,73	0,77	0,76	0,75	0,75	0,77	
0,70	0,75	0,73	0,76	0,90	0,85	0,77	0,81	0,75	0,70	0,80	
0,63	0,63	0,68	0,69	0,73	0,83	0,83	0,76	0,80	0,80	0,80	
0,55	0,68	0,73	0,74	0,73	0,64	0,74	0,73	0,70	0,80	0,84	
0,60	0,63	0,68	0,66	0,75	0,71	0,60	0,63	0,65	0,65	0,81	
0,50	0,65	0,63	0,70	0,68	0,68	0,70	0,74	0,65	0,70	0,78	
0,83	0,88	0,83	0,88	0,83	0,90	0,90	0,90	0,80	0,80	0,91	
0,73	0,75	0,85	0,74	0,80	0,80	0,80	0,74	0,80	0,70	0,77	
0,45	0,45	0,40	0,61	0,43	0,51	0,47	0,53	0,60	0,65	0,47	
0,80	0,80	0,85	0,87	0,83	0,83	0,77	0,84	0,85	0,85	0,84	
0,70	0,85	0,78	0,73	0,73	0,86	0,83	0,77	0,75	0,80	0,87	
0,70	0,68	0,70	0,68	0,68	0,66	0,70	0,64	0,70	0,65	0,70	
0,78	0,83	0,68	0,72	0,80	0,91	0,90	0,74	0,85	0,90	0,83	
0,83	0,70	0,78	0,81	0,80	0,72	0,71	0,74	0,75	0,65	0,81	

Fuente: Datos de la Investigación.

Elaborado por: Autor.