



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO**



MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

**MARCO DE TRABAJO PARA LOS REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES Y
SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE
EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

**Trabajo de investigación previo a la obtención de título de Magister en Ingeniería
de Software**

Tutor:

Ing. Cathy Pamela Guevara Vega, Mgs.

Autor:

Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores

Ibarra – Ecuador

2019

Dra. Lucía Yépez V MSc.
Directora
Instituto de Postgrado

ASUNTO: Designación de Asesor/Revisor

Señora Directora:

Yo, Cathy Pamela Guevara Vega tutora el Trabajo de Grado MARCO DE TRABAJO PARA LOS REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, del Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores, de la Maestría de INGENIERÍA DE SOFTWARE COHORTE II, solicito de la manera más comedida se sirva designar Asesor/Revisor.

Por la favorable atención que se digne dar a la presente, anticipo en agradecerle.

Atentamente,



Ing. Cathy Pamela Guevara Vega, Msc.
cguevara@utn.edu.ec

El presente trabajo de titulación fue aprobado por HCD el *24 de Octubre 2017*; *oficio UTN-POSGRADO-2017-0023*, y sugiero la designación del docente Msc. Mauricio Xavier Rea Peñafiel, como Asesor/Revisor.

Adjunta: Informe de la calificación del Trabajo de Grado, Certificación de inicio y fin de programa académico, Certificado de no adeudar y Record Académico.

Para los fines consiguientes:



Ing. Marcelo Jurado, Msc.

COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE COHORTE II

Dra. Lucía Yépez V MSc.
Directora
Instituto de Postgrado

ASUNTO: Informe de Revisión de Trabajo de Titulación

Señora Directora:

Yo, Mauricio Xavier Rea Peñafiel, del Trabajo de Grado MARCO DE TRABAJO PARA LOS REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE del maestrante Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores, de la Maestría en INGENIERÍA DE SOFTWARE, COHORTE II, remito a usted el informe de la calificación del Trabajo de Grado, así como el detalle de los criterios a corregir en el mismo, que detallo a continuación:

- No tiene correcciones relevantes que realizar

Lo que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Mauricio Xavier Rea Peñafiel, Msc.
(mrea@utn.edu.ec)

Adjunto: formato A8 y ejemplar con correcciones



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD



Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores.

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**MARCO DE TRABAJO PARA LOS REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**”, y bajo juramento que el contenido e información que se encuentra en el presente trabajo de investigación, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y de mi autoría, respetando derechos intelectuales de terceros conforme se menciona en la sección bibliográfica de éste trabajo.



Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores
C.C. 1001614575
AUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la información dentro de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de Identidad:	1001614575
Apellidos y Nombres:	Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores
Dirección:	Av. Atahualpa 15-22 - Ibarra
Email:	jorivadeneira@utn.edu.ec
Teléfono Fijo:	062611855 0994875650
DATOS DE LA OBRA	
Título:	Marco de trabajo para los requerimientos no funcionales y su influencia en la calidad de construcción del software en la Universidad Técnica del Norte
Autor (es):	Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores
Fecha:	2018/12/06
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa:	<input type="checkbox"/> Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado
Título por el que opta:	Magister en Ingeniería de Software
Asesor/Director:	MSc. Cathy Pamela Guevara Vega

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

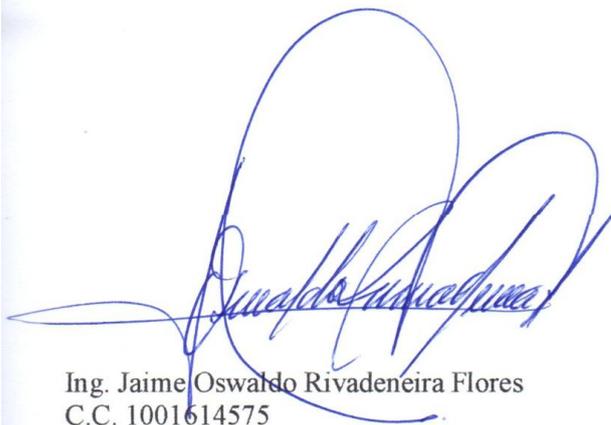
Yo, Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores, con número de cédula de ciudadanía Nro. 1001614575, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 06 de diciembre del 2018

EL AUTOR:



Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores
C.C. 1001614575

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a Dios, que en todo momento de mi vida es mi guía y me entrega la fortaleza necesaria para cumplir con todas las tareas en el desempeño cotidiano de mis labores, a mis padres quienes me formaron como ser humano y posteriormente siempre estuvieron pendientes de mi educación y formación profesional, en especial a mi esposa Viviana, mis hijos Santiago, Daniela quienes tuvieron que soportar muchos días sin mi presencia.

Jaime

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado la oportunidad de fortalecer mis conocimientos, al mismo tiempo cumplir mis metas como profesional, al Instituto de Postgrado, sus docentes y administrativos que me acogieron en este tiempo de preparación académica.

A mi tutora de tesis la Msc. Cathy Pamela Guevara Vega, quien con sus conocimientos supo guiarme en el proceso de desarrollo del trabajo de titulación.

Al Msc. Raimundo López Ayala Decano de la FECYT y a la Msc. Alexandra del Carmen Mina Páez Subdecana de la FECYT, por la confianza y respaldo para la consecución de este anhelado objetivo.

Jaime

ÍNDICE GENERAL

Designación de Asesor/Revisor.....	¡Error! Marcador no definido.
Informe de Revisión de Trabajo de Titulación.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
1.6. OBJETIVOS	6
1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivos Específicos	7
1.7. HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	7
1.8. VARIABLES E INDICADORES	7
CAPÍTULO II	8
MARCO REFERENCIAL	8
2.1. ANTECEDENTES	8
2.1.1. Antecedentes investigativos	8
2.1.2. Fundamentación filosófica	9
2.1.3. Fundamentación Legal	9
2.1.4. Requisitos	10
2.1.5. Requisitos Funcionales	11
2.1.6. Requisitos no funcionales.....	11
2.1.7. Características de los requisitos no funcionales	12
2.1.8. Marco de Trabajo.....	13
2.1.9. Norma ISO/IEC 9126	13
2.1.10. Norma ISO/IEC 14598	18
2.1.11. Norma ISO/IEC 25000	22

2.1.12.	Relación entre las series de Normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 se muestra en la figura 6.	24
CAPÍTULO III		25
METODOLOGÍA.....		25
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
3.2.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	26
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.4.1.	Modalidad de la investigación.....	28
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	29
3.6.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.7.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	31
3.7.1.	Método analítico – sintético	31
3.8.	POBLACIÓN Y MUESTRA	31
3.8.1.	Población o Universo	31
3.8.2.	Muestra	32
3.9.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	33
CAPÍTULO IV		35
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		35
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	35
4.2.	ANÁLISIS DE CONTENIDOS: VARIABLE REQUISITOS NO FUNCIONALES (RNF)	42
4.3.	COMPARATIVA DE LOS ESTÁNDARES ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 Y SQUARE(ISO/IEC 25000).....	43
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENTREVISTA REALIZADA AL SEÑOR DIRECTOR DE LA DDTI DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	53
4.5.	PROPUESTA DEL MARCO DE TRABAJO	58
CAPÍTULO V		59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		59
5.1.	CONCLUSIONES.....	59
5.2.	RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA		61
ANEXOS		63
1.Anexo1:	Árbol de problemas.....	63

2.Anexo 2: Encuesta de Requisitos no funcionales funcionarios DDTI	64
3.Anexo 3: Encuesta de Requisitos no funcionales docentes FICA.....	67
4.Anexo 4: Encuesta de Requisitos no funcionales profesionales ingeniería de software graduados UTN.	70
5.Anexo 5: Entrevista al señor Director de la DDTI sobre el tema Requisitos no funcionales y su utilización en la construcción del software.....	73
6.Anexo 6: Propuesta del Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte.	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: POBLACIÓN.....	33
TABLA 4.1: TABLA DE CONTENIDOS DE LA COMPOSICIÓN DE LOS RNF.....	42
TABLA 4.2: NORMA 9126-1, MODELOS, CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICA.....	44
TABLA 4.3: NORMA 9126-2, 9126-3 CON LAS MÉTRICAS CORRESPONDIENTES A LAS CARACTERÍSTICAS Y SUBCARACTERÍSTICA.....	45
TABLA 4.4: NORMA 9126-4 MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO.....	46
TABLA 4.5: COMPARATIVA DE LOS ESTÁNDARES ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 Y SQUARE (ISO/IEC 25000).....	51

INDICE DE GRÁFICOS

FIGURA 1: CLASIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	12
FIGURA 2: MODELO DE CALIDAD PARA LA CALIDAD INTERNA Y EXTERNA.....	14
FIGURA 3: MODELO DE CALIDAD PARA LA CALIDAD DE USO.....	17
FIGURA 4: RELACIÓN ENTRE NORMAS DE PROCESO DE EVALUACIÓN Y APOYO A LA EVALUACIÓN.....	21
FIGURA 5: ORGANIZACIÓN DE LAS SERIES DE NORMAS SQUARE.....	22
FIGURA 6: RELACIONES ENTRE LAS NORMAS ISO/IEC 9126 E ISO/IEC 14598.....	24
FIGURA 7: DATOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS CON RESPECTO AL CONOCIMIENTO DE REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	35
FIGURA 8: REQUISITOS NO FUNCIONALES MÁS CONOCIDOS POR LOS PROFESIONALES DE INGENIERÍA DE SOFTWARE ENCUESTADOS.....	36
FIGURA 9: INFLUENCIA DE LOS REQUISITOS NO FUNCIONALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE.....	37
FIGURA 10: IMPORTANCIA DE LOS REQUISITOS NO FUNCIONALES PARA LA CALIDAD.....	38
FIGURA 11: UTILIZACIÓN DE LOS REQUISITOS NO FUNCIONALES EN EL DDTI-UTN.....	39
FIGURA 12: IMPORTANCIA DE LOS REQUISITOS NO FUNCIONALES PARA LOS CLIENTES.....	40
FIGURA 13: ASPECTOS PARA EL ÉXITO DEL PRODUCTO SOFTWARE.....	41

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE
RESUMEN

jorivadeneira@utn.edu.ec

**Marco de trabajo para los requerimientos no funcionales y su influencia
en la calidad de construcción del software en la Universidad Técnica del
Norte.**

Autor: Ing. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores

Directora: Ing. Cathy Pamela Guevara Vega; MSc.

Año: 2018

Esta investigación presenta el resultado del estudio realizado al proceso de desarrollo de software en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte. Estableciendo la influencia que tiene la implementación de un marco de trabajo para los requisitos no funcionales en la construcción del software.

La investigación tiene un enfoque mixto que recolecta, analiza y relaciona datos o procesos cuantitativos con cualitativos de carácter documental, descriptivo, exploratorio y de campo. La fase de análisis de requisitos de software, sean estos del sistema, usuario, funcionales o no funcionales, se enfrenta la etapa de mayor minuciosidad, al mismo tiempo que presenta el mayor índice de impacto sea positivo o negativo cuando el software se encuentra en construcción. Para determinar la influencia se realizó un análisis del proceso relacionado a la gestión de requisitos actual y de esta manera se identificó el problema.

La propuesta se enfoca en el desarrollo de un marco de trabajo para gestionar los requisitos no funcionales, cuyo objetivo es implementar un marco de trabajo que permita al DDTI y al equipo de desarrollo tener un control adecuado de los requisitos, las métricas con las cuales serán evaluados los requisitos no funcionales necesarios para la obtención de la calidad del software de la Universidad Técnica del Norte.

En el desarrollo del proyecto se utilizó, estándares internacionales para el desarrollo de software, que permiten alcanzar productos software de calidad. Finalmente se presenta el marco de trabajo que pretende apoyar la gestión de requisitos no funcionales, la elaboración de un modelo de calidad y la aplicación de una métrica correspondiente a la seguridad que, de acuerdo a las encuestas y entrevista se determinó la prioridad para entrar en estudio.

Palabras claves: *Influencia, Gestión de Requisitos, Desarrollo de Software, ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000, Requisitos no funcionales, SQuaRE.*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE
ABSTRACT

jorivadeneira@utn.edu.ec

Framework for non-functional requirements and their influence on the quality of software construction at the Universidad Técnica del Norte.

Author: Eng. Jaime Oswaldo Rivadeneira Flores

Director: Eng. Cathy Pamela Guevara Vega; MSc.

Year: 2018

This research presents the result of a study carried out on the software development process in the Technological and Computer Development Department of the Universidad Técnica del Norte establishing the influence of the implementation of a framework for non-functional requirements in software construction.

This research has a mixed approach that collects, analyzes and relates data or quantitative processes with qualitative documentary, descriptive, exploratory and field data. The analysis phase of software requirements, no matter if they are system, user, functional or non-functional, is facing the greater thoroughness, at the same time it has the highest impact rate whether positive or negative when the software is under construction . To determine the influence, an analysis of the process related to the current requirements management was carried out, so that the problem was identified.

The proposal focuses on the development of a framework to manage non-functional requirements, which objective is to implement a framework that allows the DDTI and the development team to have an adequate control of the requirements, the metrics with which the non-functional requirements necessary to obtain the software quality of the Universidad Técnica del Norte will be evaluated.

During the development of the project, international standards for software development were used, which allowed to achieve quality software products. Finally, the framework that aims to support the management of non-functional requirements, the development of a quality model and the application of a metric corresponding to security that, according to the surveys and interview was determined the priority to begin a study.

Key words: Influence, Requirements management, Software development, ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000, non-functional requirements, SQuaRE.

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

En la actualidad las instituciones educativas apuntan a automatizar los procesos como un desafío para el crecimiento y desarrollo institucional, razón por la cual dedican gran cantidad de recursos a la producción de software y lograr productos de calidad. Evitar problemas como: descontento del usuario y la baja calidad en el producto software. Según (Pérez García, Irrazábal, Carrasco Velar, & Coca Bergolla, 2016) “esto incide directamente en la calidad de los requisitos no funcionales (RNF), que son poco tenidos en cuenta durante el ciclo de vida de desarrollo de software”.

La Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la Universidad Técnica del Norte (UTN) busca optimizar recursos en todas las etapas de desarrollo de software, por esta razón el personal debe estar capacitado y provisto de herramientas, métodos, metodologías y guías, de tal manera que permita descartar RNF no viables, por esta razón luego de establecer los requisitos correctos, estos se deben evaluar con el fin de determinar la factibilidad de su implementación, ya que las limitaciones de la tecnología y los costos pueden hacer no viable su cumplimiento.

El problema que se identifica en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático es la dificultad y carencia en la especificación de los requisitos no funcionales y su influencia en la calidad de construcción del software, como fase importante en el ciclo de vida del software, por otro lado se puede agregar la escasez de herramientas, métodos, técnicas y procedimientos para la obtención de los mismos, ya que no permite establecer características visibles al usuario, es decir las peculiaridades que tiene la aplicación y consisten en la interacción directa entre el software, los usuarios y administradores, que a la postre se convierten en factores que establecen la calidad del sistema informático.

Esta investigación está encaminada a formular un marco de trabajo para que los equipos de desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte puedan incrementar la utilización de una guía para la definición de requisitos no funcionales, la aplicación adecuada de métricas externas, internas

y calidad en uso que se encuentran bien detalladas en las normas ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC 9126-3, ISO/IEC 9126-4 que desembocarán en el desarrollo de software con alto nivel de calidad. Es necesario hacer hincapié en la relevancia de los estándares ISO/IEC 14598-2, ISO/IEC 14598-3, ISO/IEC 14598-6, en las cuales se describe la planificación y gestión de la calidad, el procedimiento para desarrolladores, documentación de los módulos de evaluación, respectivamente, al mismo tiempo que estas se unifican a la ISO 9126 para guiar hacia la calidad del producto software.

Esta investigación se estructuró con los siguientes capítulos:

Capítulo I: Muestra la introducción, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de la investigación.

Capítulo II: Presenta el marco teórico, los antecedentes de investigación, elementos teóricos que sustentan la investigación y el marco legal.

Capítulo III: Correspondiente al marco metodológico, que refiere a la descripción del área de estudio, tipo de investigación, diseño, procedimiento, métodos de investigación, población y muestra.

Capítulo IV: Presenta el análisis de los resultados en función de las variables e indicadores de la investigación y plantea la propuesta.

Capítulo V: Informa las conclusiones del estudio y las recomendaciones pertinentes, finalmente, se hace mención a la bibliografía y a los anexos.

1.2. Antecedentes

Según (Abud, 2013) en la actualidad la gran mayoría de las compañías del mundo industrializado buscan la calidad del producto que se traduce en ahorro de costos y en una mejora general. La industria de desarrollo de software que es una de las pioneras en la implementación de la calidad en los procesos no es la excepción, por lo que en los últimos años se han realizado grandes trabajos para aplicar estos conceptos.

(Rojo, 2012) define a los requisitos no funcionales (RNF) como limitaciones sobre servicios o funciones que ofrece el sistema. A estos también se les denomina atributos de calidad o cualidades del software, los cuales suelen ser la principal causa de vastos, complicados y costosos cambios en las aplicaciones, la gran mayoría de ingenieros de software frecuentemente no les tienen en cuenta y cuando se hace la descripción de estos, suelen ser confusos y ambiguos. Los clientes demandan que se incorporen en el producto software una serie de nuevas características o requisitos, pero no todas las necesidades de los clientes pueden ser satisfechas, sobre todo cuando las expectativas de los clientes son altas, los plazos son cortos y los recursos son limitados.

La poca atención a los RNF, puede desencadenar en el deterioro de la calidad del software. Para solventar algunos inconvenientes referentes a las limitaciones ocasionadas con las cualidades de los sistemas computacionales, se tiene el estándar ISO/IEC 9126 que describe los detalles de un modelo de calidad del producto software; y el estándar ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software; El modelo más actual está representado por la familia de normas ISO/IEC 25000, que es el resultado de la evolución de las normas mencionadas anteriormente.

Es necesario hacer hincapié en que un gran porcentaje de instituciones que adquieren o construyen software, lamentablemente se ha omitido el tratamiento relativo a los RNF, que finalmente son el principio de la calidad de software, en vista que éstos dependen exclusivamente de una buena descripción. Por lo anteriormente expuesto se encuentra la dificultad en la descripción y medición de los atributos de calidad.

1.3. Planteamiento del problema

La Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la Universidad Técnica del Norte (UTN), se encarga de implementar las aplicaciones de software necesarias para el normal funcionamiento de los procesos académicos y administrativos.

La DDTI ha desarrollado e implementado una serie de aplicaciones que han permitido alcanzar un sistema con un alto porcentaje de bondades para

estudiantes, personal docente y administrativo de la institución, como se ha mencionado en párrafos anteriores la omisión de normas para establecer requisitos no funcionales y su medición han determinado que no se posea evidencias de mejoras y por su puesto la toma respectiva de decisiones con respecto a las limitaciones que puede presentar el software existente en la UTN.

El árbol de problemas se encuentra en el Anexo 1.

Los componentes de la problemática existente en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte se describen a continuación:

1.3.1. Ambigüedad en la descripción de las características de los Requisitos no funcionales.

Según (Press Oxford University, 2018), ambigüedad es la “expresión que puede entenderse o interpretarse de diversas maneras”, por lo que se concluye que solo una debe ser la interpretación de cualquier fenómeno, en este estudio se trata de los RNF, por tanto, no es ambiguo si tiene una sola interpretación.

En este componente del problema se quiere puntualizar que existe un elevado número de RNF que no conciben una descripción acertada de las características, los que posteriormente se convierten en un factor degradante de la calidad del software. Además, se debe meditar que los RNF son las restricciones, características no negociables e impuestas por el cliente como una guía o definición para el sistema.

1.3.2. Limitado estudio de los Requisitos no funcionales de un proyecto de software.

Los Requisitos funcionales son considerados los más importantes en la etapa de análisis, para luego proseguir con la próxima etapa de la construcción del software, consideración que se realiza por desconocimiento y poca importancia que entrega la persona que efectúa esta fase de la fabricación de software, los RNF en la gran mayoría de proyectos de software, se hace un levantamiento y análisis poco consistente, sin considerar que son propiedades o características que afectan o que están directamente relacionados a la satisfacción del cliente.

Los RNF determinan los atributos de calidad, punto fundamental en el proceso de producción de software, lamentablemente el estudio inadecuado y la poca importancia entregada no permiten la definición de lo que se quiere de un producto. Es necesario tomar en cuenta que el objetivo de los RNF es aumentar el conocimiento del dominio del problema para representar las necesidades de un cliente en función de una aplicación de software de una manera adecuada y entendible tanto para los usuarios finales como para el equipo de desarrollo.

1.3.3. Dificultad para la especificación cuantitativa de los Requisitos no funcionales.

La calidad de las aplicaciones de software se encuentra estrechamente ligada a los RNF por lo que debe establecerse valores que permitan cuantificar, sin embargo, encontrar el ¿cómo?, se ha convertido en un verdadero dolor de cabeza para los diferentes actores que se encargan de construir el software adecuado y que cubra las expectativas del cliente.

Realmente se debe recurrir a una serie de instrumentos para determinar ¿cuánto? debe ser el valor aceptable de cada uno de los RNF que permitan maximizar la satisfacción del cliente, lamentablemente ese número no adquirido adecuadamente o estimado sin fundamentación genera aprietos que posteriormente disminuye la calidad del software.

1.3.4. Dificultad de selección adecuada en el número de atributos de calidad.

Generalmente, cuando se tiene una gran variedad de algún producto y sin el conocimiento de las características de cada una de ellas, lamentablemente enfrenta a una confusión y se restringe a la hora de escoger, para el caso de los RNF el cliente tiene atributos de calidad en abundancia y al momento de seleccionar se ve restringido por el desconocimiento de los mismos.

La selección se debe hacer de tal forma que maximice la satisfacción de las partes interesadas a la vez que se minimiza el esfuerzo empleado en el desarrollo y se cumplen un conjunto de restricciones.

Dados estos ligeros acotamientos, encontrar los RNF adecuados y a la vez hacer la medición para cada una de las aplicaciones que serán desarrolladas se convierte en un problema muy complejo y muy confuso de resolver.

1.4. Formulación del problema

¿La carencia de un marco de trabajo para la especificación de los Requisitos no funcionales influye en la calidad de construcción del software?

1.5. Justificación

Esta investigación tiene como fundamento la necesidad de explorar una dificultad y un vacío en dos aspectos de la realidad contemporánea dentro de los proyectos de software: el primero, es el hecho de que la industria desarrolladora de software necesita ventajas competitivas para llevar a cabo sus procesos de especificación y análisis de Requisitos no funcionales; el segundo, es que estos procesos pueden ser mejorados con la implementación de un marco de trabajo obtenido del análisis de normas como la ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000 que están específicamente enfocadas a los procesos antes mencionados y a la consecución de la calidad en la construcción del software.

Desde estas perspectivas, la investigación se justifica debido a que la necesidad de llevar a cabo un estudio del estado de los procesos de especificación y análisis de Requisitos no funcionales, que será una contribución al desarrollo de buenas prácticas de ingeniería de software dentro de los proyectos en la DDTI, y esto permitiría desarrollar elementos de ayuda para afrontar la problemática local y fortalecer la industria del software.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Desarrollar un marco de trabajo de especificación de requisitos no funcionales para mejorar la calidad de construcción del software en la Universidad Técnica del Norte.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar la especificación de los Requisitos no funcionales en la dirección de desarrollo tecnológico e informático.
- Analizar los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000 y desarrollar una comparativa entre las normas.
- Seleccionar las métricas, para delimitar y aplicar el marco de trabajo para requisitos no funcionales.

1.7. Hipótesis o preguntas de investigación

Al implementar un marco de trabajo para los Requisitos no funcionales, se alcanzará la mejora de la calidad del software.

Preguntas directrices

- ¿Qué normas ISO se emplearán para la implementación del modelo para la obtención de buenos Requisitos no funcionales?
- ¿Cuáles son las características de buenos RNF?
- ¿Qué tipo de modelo de RNF debe implementarse para cumplir con los objetivos de la investigación?

1.8. Variables e indicadores

Independiente: Los Requisitos no funcionales.

Indicadores:

- El marco de trabajo.
- Especificación de los Requisitos no funcionales

Dependiente: Calidad del software.

Indicadores:

- Estándares que aportarán a los atributos de calidad.
- Métricas de evaluación de los parámetros de calidad.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes investigativos

La necesidad de las organizaciones empresariales o de otro tipo, de alcanzar eficiencia para conseguir mejores resultados ha determinado una serie de estudios de cómo obtener y analizar RNF. Con respecto a los RNF, no existe una especificación clara y concisa; sin embargo, existen varias definiciones de distintos autores que tratan el tema. Según (Sommerville, 2011) define el concepto de Requisitos no funcionales como que: “son las limitaciones sobre servicios o funciones que ofrece el sistema. Incluyen restricciones tanto de temporización y del proceso de desarrollo, como impuestas por los estándares”. Establece también que los Requisitos no funcionales se aplican al sistema como un todo y no a características individuales del sistema en sí. Los Requisitos establecen características necesarias del sistema y determinan las funcionalidades que debe poseer el mismo. Los Requisitos no funcionales suelen ser más críticos que los Requisitos funcionales, dado que la ausencia de uno de los mismos puede inutilizar al sistema. Estos generalmente se pactan por escrito con el usuario final, a través de un acuerdo o contrato. Estos se clasifican de acuerdo al tipo de restricción que se desee establecer.

Estudios similares se han realizado a nivel mundial, regional y local voy a mencionar algunos que están más cercanos al contexto que se va investigar.

Según (Cortés, Abud, Romero, Juárez, & Pelaez, 2016), la ingeniería de requisitos es el área de investigación que atiende este punto fundamental en el proceso de producción, proponiendo métodos, técnicas y herramientas que facilitan el trabajo de definición de lo que se quiere de un producto de software. Su objetivo es aumentar el conocimiento del dominio del problema para así representar las necesidades de un cliente en función de una aplicación de software de una manera adecuada y entendible tanto para los usuarios finales como para el equipo de desarrollo. Es muy importante entender que, en la producción del

software, se debe proponer métodos, técnicas y herramientas que permitan encaminar todos los esfuerzos para la obtención de la calidad.

En el estado de Veracruz, México (Ixmatlahua, Raygoza, Romero, Uribe, & Vargas, 2015) expresan que “dentro del diseño y desarrollo de sistemas de Información, es de vital importancia tener los cimientos del software de manera que cubra los requisitos no funcionales, los cuales fortalecen las bondades y capacidades de todo sistemas de Información”. Los autores del artículo manifiestan contundentemente, que se debe tener una excelente determinación de RNF para fortalecer las aplicaciones informáticas.

(Guerrero, Gutiérrez, Londoño, & Suárez, 2014) en el vecino país de Colombia, definen a los marcos de trabajo como "un conjunto de componentes físicos y lógicos estructurados de tal forma que permiten ser reutilizados en el diseño y desarrollo de nuevos sistemas de información", estos autores en su trabajo de investigación definen y enfocan la importancia de la documentación que contenga la ruta para efectuar cualquier proceso relacionado con la construcción del software.

2.1.2. Fundamentación filosófica

La presente investigación se enmarca en el paradigma Crítico Propositivo, porque realiza un Análisis del problema en la dirección de desarrollo tecnológico e informático de la Universidad Técnica del Norte con la finalidad de establecer un marco de trabajo para los RNF para la búsqueda de la calidad del software, es propositivo ante la necesidad de utilizar los datos obtenidos de la investigación y proponer una solución factible al problema.

2.1.3. Fundamentación Legal

La constitución de la república del Ecuador, promulgada en el Registro Oficial Nro. 449 del 20 de octubre de 2008, en la sección octava en lo referente a **Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales**, el Art. 385 señala que el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida las culturas y la soberanía tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

2.1.4. Requisitos

Según (Duarte Pedro A., 2015) el requerimiento de software es:

- Una condición o capacidad requerida por un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo.
- Una condición o capacidad que debe cumplir o poseer un sistema o componente de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, o cualquier otro documento impuesto formalmente.

(Bourque Pierre, 2014) argumenta que “los Requisitos de un software en particular son típicamente una combinación compleja de varias personas en diferentes niveles de una organización, y que de una forma u otra están involucrados o conectados con esta característica del entorno en el que operará el software”.

Es muy importante detallar los Requisitos de un sistema como los servicios que un sistema ofrece y las condiciones asociadas a su funcionamiento. Igualmente se puede denominar como las características del sistema (system features) u objetivos del sistema. Más adelante se realiza una descripción de las definiciones de Requisitos funcionales (RF) y Requisitos no funcionales RNF) los cuales se deben contemplar con especial énfasis en desarrollo de software, en vista que es el punto de partida de la calidad del software, puesto que la calidad es la equivalencia de seguridad, integridad, usabilidad, eficiencia, confiabilidad, confiabilidad y mantenibilidad, entre otras, son distintivos que identifican a los RNF de un proyecto de software que se va a desarrollar o modificaciones que se realizarán en un software ya existente.

2.1.5. Requisitos Funcionales

(Ramos Cardozzo, 2016) escribe en su libro que “los requisitos funcionales son aquellos directamente relacionados con las funciones o las reacciones que el sistema debe proporcionar”.

(Bourque Pierre, 2014) indica que “los requisitos funcionales describen las funciones que el software debe ejecutar. A veces se conocen como capacidades o características. Un requisito funcional también se puede describir como uno escribir un conjunto finito de pasos de prueba para validar su comportamiento”.

2.1.6. Requisitos no funcionales

2.1.6.1. Definición

(Sommerville, 2011) define a los requisitos no funcionales (RNF) como limitaciones sobre servicios o funciones que ofrece el sistema. Incluyen restricciones tanto de temporización y del proceso de desarrollo, como impuestas por los estándares. Los Requisitos no funcionales se suelen aplicar al sistema como un todo, más que a características o a servicios individuales del sistema.

(Pérez García, Irrazábal, Carasco Velar, & Coca Bergolla, 2016) describen a los RNF como las características y aspectos de carácter técnico que el sistema debe poseer. Dichos rasgos distintivos abarcan todo el entorno de funcionamiento del software, desde la infraestructura de procesamiento y conectividad hasta las interfaces visuales, colores y forma en que se debe presentar la información, incluyendo las perspectivas de seguridad informática.

Los autores coinciden que los Requisitos no funcionales son características, aspectos, restricciones que permiten a usuarios, clientes, desarrolladores y todos los involucrados en la ingeniería de software, tener un punto de equilibrio, el cual ayudará a formalizar documentos con los que se alcance la satisfacción.

2.1.6.2. Clasificación de los Requisitos no funcionales

En la Figura 1, se muestra la clasificación de los requisitos no funcionales los mismos que son considerados como base para el presente estudio.

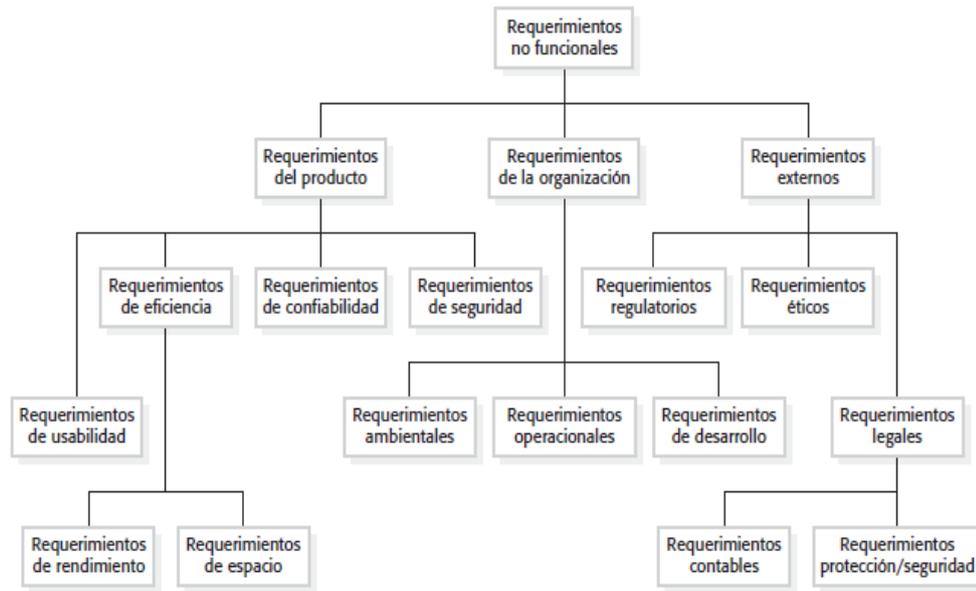


Figura 1: Clasificación de los Requisitos no funcionales (Sommerville, 2011)

2.1.7. Características de los requisitos no funcionales

Es importante indicar que todos los requisitos tienen características ineludibles para lo cual los RNF deben ser:

- **Especificados por escrito:** Un requisito debe ser expresado como todo contrato o acuerdo entre dos partes, por lo cual se convierte en cláusulas que deben ser cumplidas.
- **Posible de probar o verificar:** Esta es una de las características ineludible en los requisitos, ya que por medio de esta se puede comprobar si cumplió o no con el requisito y posteriormente se facilitará la implementación de modelos de calidad y la evaluación.
- **Conciso:** Un requerimiento es conciso si es fácil de leer y entender. Su redacción debe ser simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro.
- **Completo:** Un requerimiento está completo si no necesita ampliar detalles en su redacción, es decir, si se proporciona la información suficiente para su comprensión.
- **Consistente:** Un requerimiento es consistente si no es contradictorio con otro requerimiento.

- **No ambiguo:** Un requerimiento no es ambiguo cuando tiene una sola interpretación. El lenguaje usado en su definición, no debe causar confusiones al lector.

2.1.8. Marco de Trabajo

2.1.8.1. Definición

(Guerrero, Gutiérrez, Londoño, & Suárez, 2014) definen a un marco de trabajo como "un conjunto de componentes físicos y lógicos estructurados de tal forma que permiten ser reutilizados en el diseño y desarrollo de nuevos sistemas de información".

Es una estructura de soporte definida en la cual un proyecto de software puede ser organizado y desarrollado o también se puede definir como un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular, que sirve como referencia para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

2.1.9. Norma ISO/IEC 9126

(Scalone, 2014) define a la norma ISO/IEC 9126 como un estándar internacional para la evaluación del Software. Está supervisado por el proyecto SQuaRE, ISO 25000:2005, el cual sigue los mismos conceptos.

El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, respectivamente, lo siguiente: modelos de calidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso.

Para (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) “las características de calidad del producto software que se definen en esta parte de la Norma ISO/IEC 9126 se pueden usar para especificar requisitos funcionales y/o no funcionales tanto de cliente como de usuario”.

Los modelos de calidad establecidos en la primera parte del estándar, ISO 9126. Este estándar fue implementado para identificar atributos de calidad para el software, por lo que se describe a continuación los modelos de calidad.

- Modelo de Calidad para Calidad Interna y Externa.

- Modelo de Calidad para Calidad en Uso.

2.1.9.1. Modelo de calidad para Calidad Interna y Externa

Este modelo realiza una categorización de los atributos de la calidad de software y divide en seis características que a su vez se fracciona en subcaracterísticas como se describe en la figura 2.

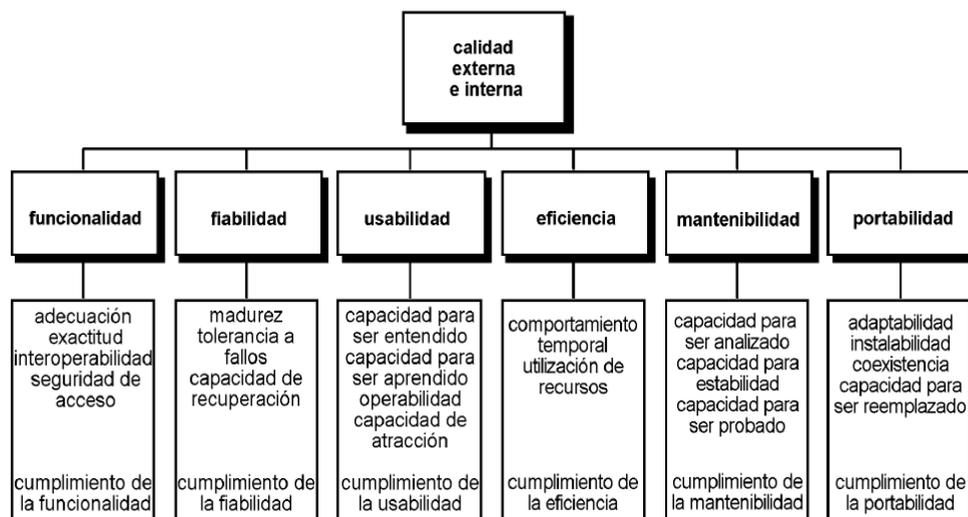


Figura 2: Modelo de calidad para la calidad interna y externa (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

2.1.9.1.1. Funcionalidad

En la (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) define a la funcionalidad como “La capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfacen necesidades declaradas e implícitas cuando se usa bajo condiciones especificadas. Esta característica se refiere a lo que el software hace para satisfacer necesidades”; por otro lado, se tiene que otras características se refieren a cuando y como se satisfacen estas necesidades.

El grado en que el software satisface las necesidades están indicadas por los siguientes subatributos:

- Idoneidad.
- Corrección.
- Interoperabilidad.

- Conformidad.
- Seguridad.

2.1.9.1.2. Fiabilidad

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) la define como “La capacidad del producto software para mantener un nivel especificado de prestaciones cuando se usa bajo condiciones especificadas”.

Para (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) “Las limitaciones en la fiabilidad se deben a defectos en requisitos, diseño e implantación. Los fallos debidos a este tipo de defectos dependen de la manera en que se usa el producto software y se seleccionan las opciones del programa”, en lugar del tiempo transcurrido. Por otro lado, se puede decir que el software no se degrada o envejece por sí solo.

La fiabilidad se enmarca en la composición de los siguientes subatributos:

- Madurez.
- Tolerancia a fallos.
- Capacidad de recuperación.

2.1.9.1.3. Usabilidad

Según (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) usabilidad es la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas. Algunos aspectos de funcionalidad, fiabilidad y eficiencia afectarán también a la usabilidad, pero para los propósitos de la Norma ISO/IEC 9126 no se clasifican como usabilidad. Como usuarios puede haber operadores, usuarios finales y usuarios indirectos que están bajo la influencia o dependen del uso del software. La usabilidad debe tener en cuenta todos los diferentes entornos de usuario a los que puede afectar el software, y que pueden incluir la preparación para el uso y la evaluación de resultados.

De acuerdo a (**Muñoz Egido & Vianello Osti, 2016**) La Usabilidad es una “disciplina que estudia los elementos que intervienen en el proceso de interacción entre el ser humano y un producto interactivo para facilitar su uso, se convierte en un elemento central para su diseño y evaluación”.

Está indicado por los siguientes subatributos:

- Fácil de comprender.
- Fácil de aprender.
- Operatividad.

2.1.9.1.4. Eficiencia

Éste atributo define (**INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014**) a “la capacidad del producto software para proporcionar prestaciones apropiadas, relativas a la cantidad de recursos usados, bajo condiciones determinadas”.

Está compuesta por los siguientes subatributos:

- Tiempo de uso.
- Recursos utilizados.

2.1.9.1.5. Mantenibilidad

Como mantenibilidad (**INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014**) define a “la capacidad del producto software para ser modificado. Las modificaciones podrían incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, y requisitos y especificaciones funcionales”.

El atributo mantenibilidad posee cuatro subatributos que se enumeran a continuación:

- Fácil de analizar.
- Fácil de cambiar.
- Estabilidad.
- Fácil de probar.

2.1.9.1.6. Portabilidad

Para (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) es “la capacidad del producto software para ser transferido de un entorno a otro. El entorno puede ser organizativo, hardware o software”.

Los subatributos de los cuales se compone el atributo Portabilidad, se mencionan a continuación:

- Fácil de instalar.
- Fácil de ajustar.
- Fácil de adaptar los cambios.

2.1.9.2. Modelo de calidad para la Calidad en Uso

Para (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) “Los atributos de calidad en uso se categorizan en cuatro características: efectividad, productividad, seguridad de acceso y satisfacción”, como se describen en la figura 3.

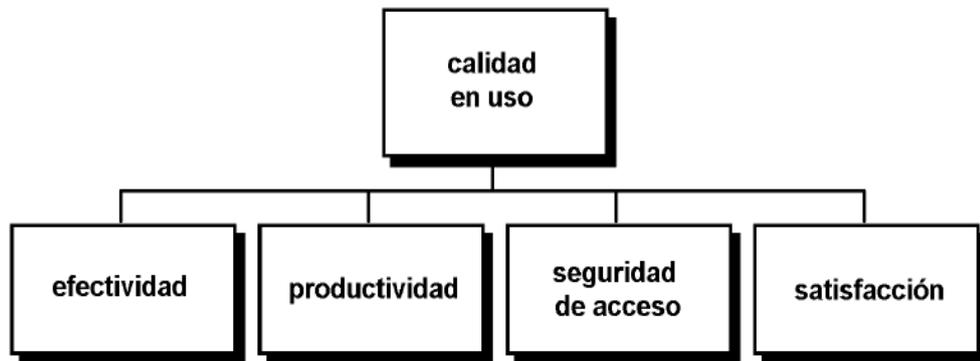


Figura 3: Modelo de calidad para la calidad de uso (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

La calidad en uso tiene una base en el punto de vista del usuario. Alcanzar la calidad en uso depende de obtener la calidad externa e interna necesaria. La división de la calidad en uso se describe a continuación:

2.1.9.2.1. Efectividad

Para (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) es “la capacidad del producto software para permitir a los usuarios alcanzar objetivos

especificados con exactitud y completitud, en un contexto de uso especificado”.

2.1.9.2.2. Productividad

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) define a esta característica como “La capacidad del producto software para permitir a los usuarios gastar una cantidad adecuada de recursos con relación a la efectividad alcanzada, en un contexto de uso especificado”. Como recursos relevantes se puede incluir el tiempo para completar la tarea, el esfuerzo del usuario, materiales, o el coste financiero del uso.

2.1.9.2.3. Seguridad física

Según (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) es “la capacidad del producto software para alcanzar niveles aceptables del riesgo de hacer daño a personas, al negocio, al software, a las propiedades o al medio ambiente en un contexto de uso especificado”. Los riesgos son normalmente resultado de deficiencias en la funcionalidad (incluyendo la seguridad de acceso), fiabilidad, usabilidad o mantenibilidad.

2.1.9.2.4. Satisfacción

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) manifiesta que es “la capacidad del producto software para satisfacer a los usuarios en un contexto de uso especificado. La satisfacción es la respuesta del usuario a la interacción con el producto, e incluye la actitud hacia el uso del producto”.

2.1.10. Norma ISO/IEC 14598

(Pardo, 2013) El estándar ISO/IEC 14598 es una metodología que se emplea para la evaluación de los productos software. Permite establecer un marco de trabajo para evaluar la calidad de los productos de software en sus diferentes etapas, además proporciona métricas y requisitos para los procesos de evaluación.

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) indica que la norma ISO/IEC 14598-1 aporta un marco para la evaluación de la calidad de todos los tipos de producto software y establece requisitos para métodos

de medición y evaluación del producto software”. Está dirigida a ser usada por desarrolladores, compradores y evaluadores independientes, en particular los responsables de la evaluación del producto software. Los resultados de la evaluación producidos por la aplicación de la Norma ISO/IEC 14598 pueden ser usados por gestores y desarrolladores/mantenedores para medir la conformidad con los requisitos y para realizar mejoras donde sea necesario.

Según **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)** “La serie de Normas ISO/IEC 14598 presenta una visión general de los procesos de evaluación del producto software y proporciona directrices y requisitos para la evaluación”. Está muy claro que el estándar plantea un apoyo y dirección de la evaluación conjuntamente con el modelo de calidad indicado en la norma ISO/IEC 9126.

Para tener más claridad de la aplicación de la Norma ISO/IEC 14598 que tiene varias partes **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)** indica que “Las Normas ISO/IEC 14598-2 e ISO/IEC 14598-6 son relativas a la gestión y soporte de la evaluación a nivel corporativo o departamental, en tanto que las Normas ISO/IEC 14598-3, ISO/IEC 14598-4 e ISO/IEC 14598-5 proporcionan requisitos y directrices para la evaluación a nivel de proyecto”.

Al mismo tiempo se debe indicar que la Norma ISO/IEC 14598 se compone de tres partes fundamentales:

2.1.10.1. Proceso de Evaluación

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), manifiesta que “La serie de Normas Internacionales ISO/IEC 14598 proporcionan requisitos y directrices para el proceso de evaluación en tres situaciones distintas:

- Desarrollo (mejora) (ISO/IEC 14598-3);
- Adquisición (ISO/IEC 14598-4);
- Evaluación independiente (incluyendo evaluación por tercera parte) (ISO/IEC 14598-5)”.

2.1.10.1.1. Proceso para desarrolladores

Según **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)**, la Norma ISO/IEC 14598-3 debería usarse por organizaciones que están planeando el desarrollo de un nuevo producto o la mejora de un producto existente y pretenden realizar la evaluación del producto utilizando los miembros del personal técnico propio. Se centra en el uso de aquellos indicadores que pueden predecir la calidad del producto final mediante la medición de productos intermedios desarrollados durante el ciclo de vida.

2.1.10.1.2. Proceso para compradores

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), indica que la Norma ISO/IEC 14598-4 es utilizada por las organizaciones que pretenden adquirir o hacer uso de un producto software existente o pre-desarrollado. Puede aplicarse con fines de decisión sobre la aceptación de un producto o para la selección de un producto entre productos alternativos. (Un producto puede ser auto-contenido, una parte de un sistema, o puede ser parte de un producto mayor).

2.1.10.1.3. Proceso para evaluadores

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), manifiesta que la Norma ISO/IEC 14598-5 debería usarse por evaluadores que lleven a cabo una valoración independiente de un producto software. Esta evaluación podría realizarse bajo petición de un desarrollador, comparador u otro. Esta parte está destinada a aquellos que realizan evaluaciones independientes. Con frecuencia trabajan para terceras organizaciones.

2.1.10.2. Apoyo a la evaluación

Según **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)**, “Cada una de las normas del proceso de evaluación pueden usarse conjuntamente con las Normas ISO/IEC 14598-2 (Planificación y Gestión) e ISO/IEC 14598-6 (Documentación de los módulos de evaluación)”.

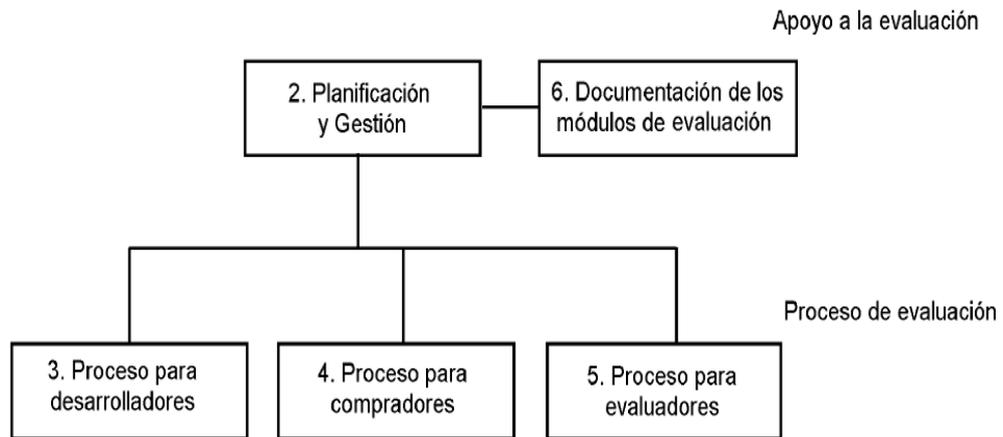


Figura 4: Relación entre normas de proceso de evaluación y apoyo a la evaluación.

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

2.1.10.2.1. Planificación y Gestión

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), manifiesta que la ISO/IEC 14598-2 Planificación y Gestión, comprende los requisitos y directrices para brindar apoyo a la evaluación del producto software. El apoyo se relaciona con la planificación y gestión del proceso de evaluación de software y actividades asociadas, incluyendo desarrollo, adquisición, normalización, control, transferencia y realimentación de la experiencia de evaluación dentro de la organización. Esta parte de la Norma ISO/IEC 14598 puede usarse por los gestores para elaborar un plan de evaluación cuantitativo.

2.1.10.2.2. Módulos de evaluación

La Norma ISO/IEC 14598-6 proporciona lineamientos para efectuar la documentación de los módulos de evaluación. Estos módulos contienen la especificación del modelo de calidad (por ejemplo, características, subcaracterísticas, y las métricas internas o externas correspondientes), la información y datos asociados relativos a la aplicación prevista del modelo y la información de su aplicación real. Para cada evaluación se seleccionan los módulos de evaluación adecuados. En algunos casos puede ser preciso desarrollar nuevos módulos de evaluación. Esta parte de la Norma ISO/IEC 14598 puede ser utilizada por las organizaciones que elaboran nuevos módulos de evaluación.

2.1.11. Norma ISO/IEC 25000

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), las series de normas SQuaRE están destinadas, pero no limitadas, para los desarrolladores, compradores y evaluadores independientes de productos de software, particularmente a aquellos responsables de definir Requisitos de calidad de software y para evaluación de productos de software. Es recomendable que los usuarios de SQuaRE así como de las series de normas ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126 también utilicen esta Norma Internacional como una guía para ejecutar sus tareas.

SQuaRE, posee una estructura que permite al usuario de estas normas la información necesaria que les permita una elección eficiente de los documentos aplicables.

2.1.11.1. Organización de la Norma ISO/IEC 25000 (SQuaRE)

Ésta norma tiene una organización numérica que brinda al usuario tener mayor facilidad en la utilización, en la figura 5 se puede ver la estructura de la norma:

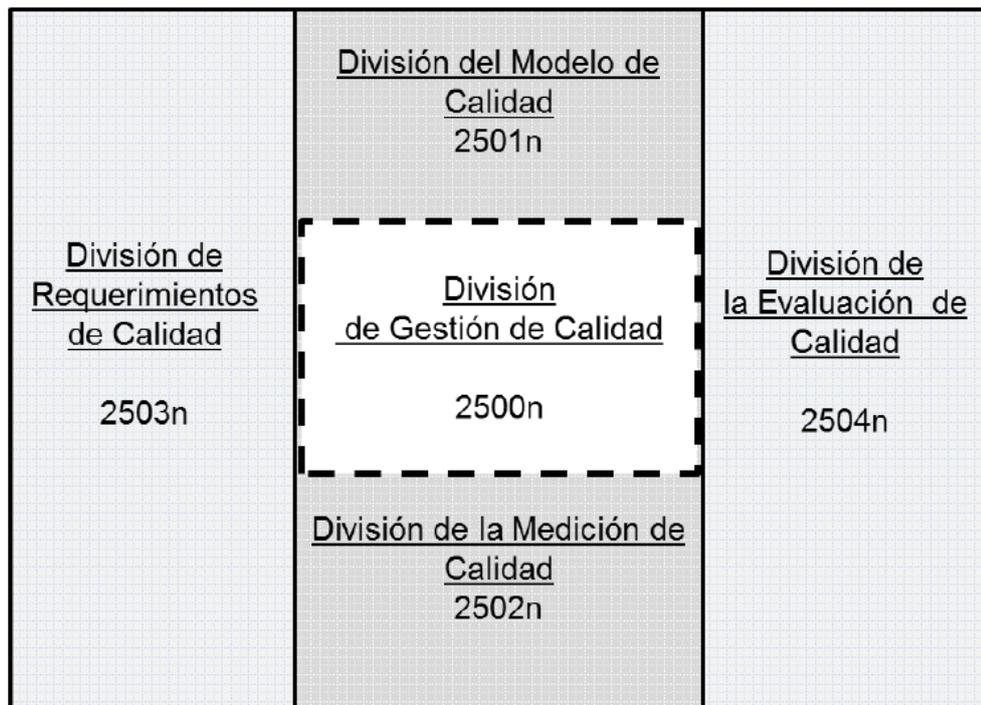


Figura 5: Organización de las Series de Normas SQuaRE (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

- División de Gestión de Calidad (2500n)
- División del Modelo de Calidad (2501n)
- División de la Medición de Calidad (2502n)
- División de Requisitos de Calidad (2503n)
- División de la Evaluación de Calidad (2504n)

2.1.11.1.1. ISO/IEC 2500n División de Gestión de Calidad

Para **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)**, las normas que conforman esta división definen todos los modelos, términos y definiciones comunes referidos más adelante por todas las otras normas de las series SQuaRE. Las guías de referencia (guía a través de los documentos de SQuaRE) y sugerencias prácticas de alto nivel al usar normas apropiadas a casos específicos de aplicación ofrecen ayuda a todo tipo de usuario. La división también provee de Requisitos y guías para un grupo de evaluación el cual es responsable de la gestión de las especificaciones de los Requisitos de calidad del producto de software y la evaluación de la calidad del mismo.

2.1.11.1.2. ISO/IEC 2501n División de Modelo de Calidad

De acuerdo a **(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)**, la norma que forma esta división presenta un modelo detallado de calidad incluyendo características de la calidad de software interno, externo y de la calidad de software en uso. Además, las características de calidad de software internas y externas están descompuestas en sub-características. También incluye una guía práctica sobre el uso del modelo de calidad.

2.1.11.1.3. ISO/IEC 2502n División de Medición de Calidad

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), expone que las normas que conforman esta división incluyen un modelo de referencia de medición de la calidad del producto de software, modelos matemáticos de las métricas de calidad. Las reglas presentadas son aplicables para calidad de software interno, externo y de calidad en uso.

Los elementos de medida de calidad que forman las bases para medidas posteriores son definidos y presentados.

2.1.11.1.4. ISO/IEC 2503n División de Requisitos de Calidad

Según (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), estos requisitos de calidad son utilizados en el proceso de obtención de los requisitos de calidad para un producto de software que se pretende construir o como un componente de ingreso para la implementación de un proceso de evaluación. La definición de requisitos estará ubicado en procesos técnicos definidos en ISO/IEC 15288 – Tecnologías de la Información – Manejo de ciclo de vida – Procesos de Ciclo de Vida de Sistemas.

2.1.11.1.5. ISO/IEC 2504n División de Evaluación de Calidad

(INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), manifiesta que “las normas que forman esta división proveen Requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de producto software, ya sea ejecutado por evaluadores, adquirentes o desarrolladores. El soporte para documentar una medida como un Módulo de Evaluación es también presentado”.

2.1.12. Relación entre las series de Normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 se muestra en la figura 6.

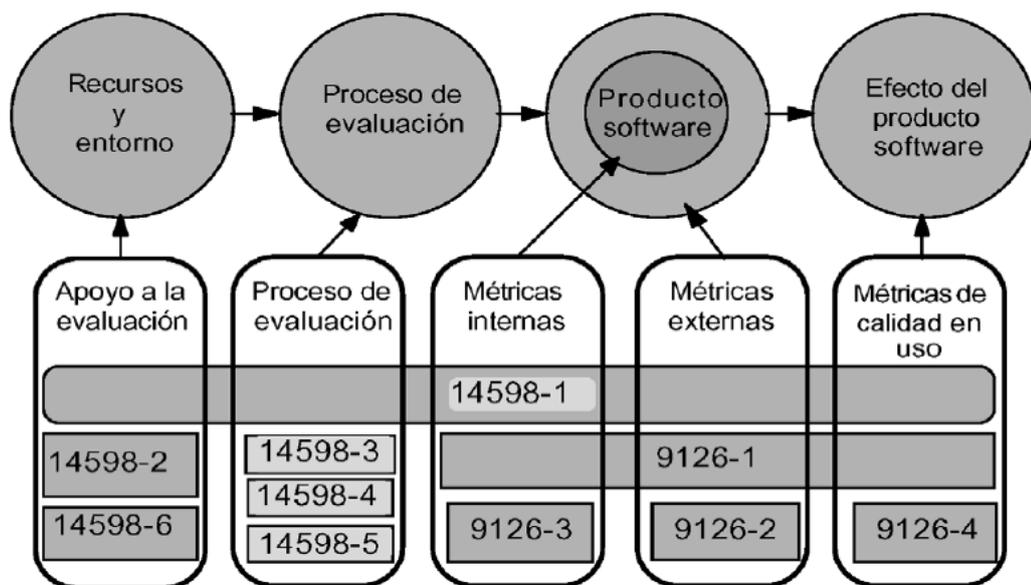


Figura 6: Relaciones entre las Normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo se realiza una descripción del proceso metodológico empleado para la obtención de los resultados propuestos en esta investigación.

3.1. Descripción del área de estudio

La investigación se ejecutó en la dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte, de la parroquia El Sagrario ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada en la Av. 17 de Julio, 5-21, y la calle José María Córdoba. Fue creada el 18 de julio de 1986 mediante “Ley 43 publicada en el Registro Oficial Número 482.

Misión Institucional

“La Universidad Técnica del Norte es una Institución de educación superior, pública y acreditada, forma profesionales de excelencia, críticos, humanistas, líderes y emprendedores con responsabilidad social; genera, fomenta y ejecuta procesos de investigación, de transferencia de saberes, de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación; se vincula con la comunidad, con criterios de sustentabilidad para contribuir al desarrollo social, económico, cultural y ecológico de la región y del país”.

Misión Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático

La Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte, administrará los servicios centrales de informática, computación y comunicaciones, en especial brindar apoyo a las Unidades Académicas y otras unidades, en temas del área; sin perjuicio de las demás funciones que se le encomiende.

Visión Institucional

“La Universidad Técnica del Norte, en el año 2020, será un referente nacional en la formación de profesionales, en el desarrollo de pensamiento, ciencia, tecnología, investigación, innovación y vinculación, con estándares de calidad

internacional en todos sus procesos; será la respuesta académica a la demanda social y productiva que aporta para la demanda para la transformación y sustentabilidad”.

Visión Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático

La Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático, en el año 2022 será la unidad que liderará en avance tecnológico institucional, regional y nacional en el campo de la informática, computación, telecomunicaciones con tecnología de punta, investigaciones de avanzada e innovación que aportará para la transformación de la UTN.

3.2. Enfoque de Investigación

(Ortiz, 2015) El enfoque es la orientación metodológica de la investigación; constituye la estrategia general en el proceso de configurar (abordar, plantear, construir y solucionar) el problema científico. Expresa la dirección de la investigación. El enfoque incluye en sí los métodos, principios y orientaciones más generales del sistema investigativo sin reducirlos a acciones instrumentales y determinaciones operacionales, ni a teorías o concepciones formalizadas y matematizadas.

Para el desarrollo de esta investigación se establece un enfoque de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo), el cual permitió cumplir con los objetivos planteados.

3.3. Tipo de investigación

- **Investigación Descriptiva**

El tipo de investigación descriptiva (Niño, 2011) dice que “Se entiende como el acto de representar por medio de palabras las características de fenómenos, hechos, situaciones, cosas, personas y demás seres vivos, de tal manera que quien lea o interprete, los evoque en la mente” y para corroborar la definición (Posso, 2011) manifiesta que los estudios descriptivos “son investigaciones que buscan especificar y/o particularizar las propiedades importantes de personas, grupos; comunidades o cualquier otro fenómeno

sometido a análisis”, por esta razón se puede aseverar que estamos frente a un tipo de investigación descriptiva.

- **Investigación Cualitativa**

Haciendo referencia al criterio de (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) “Enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación”.

Para este trabajo se requiere de la investigación cualitativa en vista de que se realizarán entrevistas, observaciones a los involucrados en los procesos motivo de esta búsqueda de información, al mismo tiempo que se analizará documentación histórica existente en el DDTI o en el sistema de información integrado de la UTN, que posteriormente se convertirá en base para determinación de las aplicaciones, por su puesto en el proceso de evaluación, en vista de que se debe aplicar indicadores los mismos que deben ser evaluados y evidenciados, en el momento de la tabulación, análisis e interpretación.

- **Investigación Cuantitativa**

En lo relacionado a investigación cuantitativa (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) dice que es el “Desarrollo de la idea en cinco elementos: 1) objetivos de investigación, 2) preguntas de investigación, 3) justificación de la investigación, 4) viabilidad de la investigación y 5) evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema”.

Este enfoque envuelve la otra parte de este trabajo investigativo, puesto que es necesario ajustarse a los pasos descritos en el párrafo anterior para evidenciar el funcionamiento de la aplicación existente, obtener datos que permitan tomar decisiones con respecto a la determinación de requisitos no funcionales del software en la UTN.

- **Investigación Exploratoria.**

Este tipo de exploración se presenta en vista de que el trabajo enfoca a realizar una indagación para destacar aspectos fundamentales de la problemática y encontrar procedimientos adecuados para una investigación posterior y proceder a su comprobación.

3.4. Diseño de la investigación

3.4.1. Modalidad de la investigación

Para realizar este trabajo de exploración se recurrió a varios tipos de investigación que se describe a continuación: campo, documental, exploratoria, descriptiva, bibliográfica.

- **Investigación de Campo.**

Este tipo de investigaciones tienen su apoyo principal en las entrevistas, observaciones, encuestas, por lo tanto, se ajusta perfectamente a este trabajo, en especial en las dependencias de incidencia de la investigación, puesto que será en ellas donde se obtendrá los datos específicos para el análisis de las políticas existentes para la determinación y análisis de los Requisitos no funcionales en la Universidad Técnica del Norte.

- **Investigación Documental.**

Se puede ver claramente que en este trabajo indagatorio se realiza análisis comparativos de informaciones existentes sobre todo de herramientas, métodos y metodologías relacionadas al tema, al mismo tiempo el historial de determinación y análisis de Requisitos no funcionales en la Universidad técnica del Norte.

- **Investigación Bibliográfica.**

El inicio de cualquier trabajo de exploración está en la bibliografía existente, el mismo que no se podría iniciar sin la participación adecuada y efectiva, en vista que para rescatar toda la información aquí descrita se ha revisado muchos libros, revistas, trabajos existentes en el medio y en el contexto que

nos rodea, puesto que, con la globalización y la existencia de una herramienta de consulta como el internet, en la actualidad la información se la encuentra en cualquier tiempo y distancia.

3.5. Técnicas e Instrumentos

Las técnicas e instrumentos empleadas durante el desarrollo del proceso de investigación fueron:

- **Análisis de contenido**

Esta técnica permitió efectuar el desglose del contenido de las normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000, a fin de evidenciar el nivel de articulación teoría-práctica que promueven estos documentos normativos; asimismo permitió el análisis de las características, composición ventajas y desventajas de las normas antes mencionadas, evidenciando las aplicaciones que favorecen la utilidad y significancia de los conocimientos adquiridos en situaciones que permiten la consecución de la calidad del producto software. El instrumento que corresponde a la técnica análisis de contenidos fue matriz de análisis de contenidos.

- **Encuesta**

Aplicada a los integrantes de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la Universidad técnica del Norte y a docentes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, el propósito fue identificar el nivel de articulación teoría-práctica que promueven los directivos desarrolladores y miembros de la DDTI, al igual que los docentes de la Carrera de Ingeniería de Software y el nivel de significatividad, pertinencia e impacto que tienen los conocimientos de las normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000. El instrumento que corresponde a la técnica de la encuesta fue el cuestionario.

- **Observación**

El proceso de observación fue dirigido al equipo de desarrolladores e integrantes del DDTI a fin de evidenciar las estrategias empleadas para propiciar la articulación teoría-práctica durante el desarrollo de las

aplicaciones que se emplearán en el sistema integrado de la UTN. El instrumento que corresponde a la técnica de observación fue la guía de observación.

3.6. Procedimiento de la Investigación

Para la elaboración de la presente investigación se consideró como población objetivo a 25 profesionales del área de ingeniería informática del entorno, a los cuales se les aplicó una encuesta para determinar el nivel de importancia y conocimiento de los RNF, con los resultados se procedió a dar viabilidad a la investigación.

En un segundo paso se analizó el plan de especificación de los requisitos no funcionales en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la UTN, para establecer las condiciones actuales de gestión de requisitos, con este antecedente se determinó un contexto claro de los procesos utilizados en la obtención de requisitos en la dependencia, además permitió estudiar a profundidad la variable independiente requisitos no funcionales.

En el tercer paso se estudió y analizó los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 25000 para desarrollar una comparativa. El procedimiento involucró la técnica análisis de contenido de las normas antes mencionadas que permitió esclarecer el conocimiento y determinar las características, subcaracterísticas modelo de calidad, métricas y evaluación del producto software, además se implementó una matriz para la comparación de contenidos con la finalidad de encontrar diferencias y puntos de convergencia de las normas estudiadas.

En cuarto paso se seleccionó el modelo de calidad, la métrica adecuada para delimitar y aplicar el marco de trabajo, que se lo obtiene en el análisis de la norma ISO/IEC 9126. El procedimiento involucró la técnica de selección, la cual permitió determinar la métrica con la cual se evaluaría la incidencia de los requisitos no funcionales en el software construido o las aplicaciones que se desarrollarán posteriormente en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

En el quinto paso se realizó la determinación de la incidencia, con la utilización de los parámetros de evaluación que se localizan en la tabla 1 del Anexo 6 de este trabajo investigativo, en los que consta como una variable el número de requisitos no funcionales, que posteriormente se convierten en relaciones de comparación matemática para encontrar el valor.

3.7. Métodos de Investigación

3.7.1. Método analítico – sintético

Para (Méndez, Mendoza, & Vértiz, 2013) “Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí y con el todo”.

Por otro lado sintetizar según (Méndez, Mendoza, & Vértiz, 2013) es “llegar a comprender la esencia del mismo, conocer sus aspectos y relaciones básicas en una perspectiva de totalidad”.

Es decir que el método analítico – sintético permitió realizar el análisis de los estándares y la información pertinente descomponiendo cada uno de los elementos que intervinieron en el desarrollo de la investigación con lo cual se pudo establecer las conclusiones y recomendaciones, plantear la propuesta del marco de trabajo y los lineamientos que este debe contener con el objeto de promover la debida relación RNF, Modelo de Evaluación, métrica y Evaluación del producto software.

3.8. Población y muestra

3.8.1. Población o Universo

La población es definida por (Escudero, 2017) como “todos los sujetos posibles que cumplen los criterios de inclusión”.

También (Busquet & Medina, 2017) argumenta que la población es “un conjunto finito o infinito de individuos, de unidades o de elementos que son objeto de estudio y de los que se requiere información”.

Para este trabajo de investigación se determinó un universo de 25 profesionales de la Ingeniería de software, los mismos que están distribuidos de la siguiente forma: 12 individuos pertenecientes al personal del DDTI, 10 docentes de la FICA y 3 profesionales de ingeniería de software graduados en la Universidad Técnica del Norte, como se puede observar en la Tabla 3.1.

3.8.2. Muestra

Para (Busquet & Medina, 2017) la muestra es “un subconjunto representativo de la población, seleccionada de forma que ponga de manifiesto sus características; por ello, la propiedad más importante de las muestras es su representatividad”.

Para el cálculo de la muestra se utiliza una fórmula estadística bastante generalizada en los trabajos de investigación, la que se describe a continuación:

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

En donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población, suele utilizarse el valor constante de 0,5, en los casos que no existe un valor calculado.

Z = Nivel de confianza. Es un valor constante que, está a criterio del investigador, existen tablas de las cuales se obtiene estos valores, algunos ejemplos comunes como el nivel de confianza del 95% que equivale al valor de confianza de 1,96, se considera a éste el dato más usual.

e = Límite aceptable de error muestral. Se utiliza valores que varía entre 1% (0,01) y 9% (0,09) que dependen del criterio del encuestador. En este caso se utiliza un margen de error del 5%, que es la diferencia entre el 100% que es el máximo de confianza, aplicado con 95% que se usará en este cálculo.

N-1 = Es una corrección que se usa para muestras mayores de 30 elementos.

$$n = \frac{25*(0,5)^2*(1,96)^2}{(1200-1)*(0,05)^2+(0,5)^2*(1,96)^2}$$

$$n = 23,5$$

Como se puede observar el tamaño de la muestra es de 23,5, este valor se debe aproximar al inmediato superior o inferior dependiendo del en tal virtud se aplicará una encuesta a 24 individuos, para esta investigación se utilizará toda la población, por lo que se le denominará Población universo o población objetivo a los 25 individuos que se menciona en el inciso 3.81 y se describe en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Población

Grupos Encuestados	Nro. Integrantes
DDTI	12
Docentes FICA	10
Profesionales de Sistemas	3
Población	25

Población de encuestados para esta investigación
Elaborado por el Autor

3.9. Operacionalización de las variables.

3.9.1. Tabla 3.2: Variable Independiente

Variable independiente: Los Requisitos no funcionales.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Los Requisitos no funcionales son el inicio de la calidad del software.	El marco de trabajo.	Requisitos no funcionales correctamente descritos.	¿Dispone información para establecer los Requisitos no funcionales correctamente?	Documentos y normas ISO/IEC 9126, 14598, 25000.

Variable independiente
Elaborado por el Autor

3.9.2. Tabla 3.3: Variable dependiente

Variable dependiente: Calidad del software.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
La calidad del software se ve afectada con la inobservancia de los Requisitos no funcionales.	Toma de decisiones de las autoridades del DDTI con respecto a los atributos de calidad del software.	Estándares que aportarán a los atributos de calidad.	¿Dispone de información para realizar un reporte estadístico?	Encuestas y reportes históricos de los atributos de calidad del DDTI.

Variable Dependiente
Elaborado por el Autor

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados de la encuesta

Con los datos obtenidos de la encuesta, se define la opinión sobre los Requisitos no funcionales, en el desarrollo de software en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la UTN, a continuación, se describirá cada una de las preguntas que se aplicaron en la encuesta.

1.- ¿Conoce usted que es un requisito no funcional?



Figura 7: Datos Obtenidos de las encuestas con respecto al conocimiento de requisitos no funcionales

Elaborado por el Autor

De la población encuestada se puede observar que un 88% conoce los requisitos no funcionales, permitiendo determinar que los profesionales de ingeniería de software de la DDTI y docentes de la FICA están al tanto de este tema, garantizando que las respuestas de esta investigación tengan la validez y la contundencia requerida para la validación de sus respuestas.

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce?

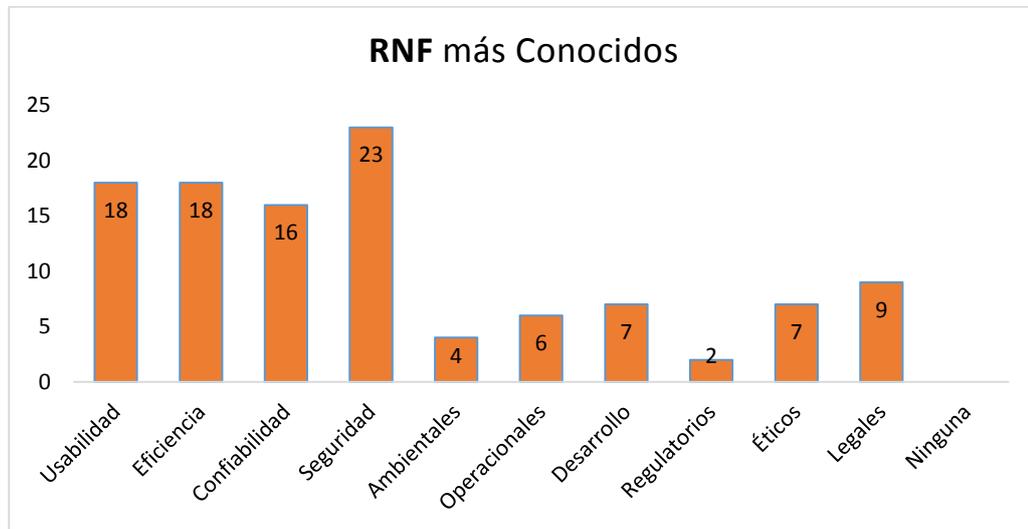


Figura 8: Requisitos no funcionales más conocidos por los profesionales de ingeniería de software encuestados

Elaborado por el Autor

De los resultados obtenidos se puede desprender que la seguridad es de los requisitos no funcionales más conocidos, al mismo tiempo que se puede interpretar que se tiene conocimiento de la existencia de los requisitos no funcionales, pero no en el nivel adecuado para la aplicación en la calidad del software.

3.- ¿Cómo cree que influyen los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima.



Figura 9: Influencia de los requisitos no funcionales en la construcción del software

Elaborado por el Autor

Con esta pregunta se busca establecer la influencia de los requisitos no funcionales en la construcción del software, por lo que de los datos se puede determinar que existe una influencia muy elevada ya que el 48% de los encuestados responde con el nivel máximo, además que si se hace una suma de los valores más altos en la tabla se encuentra la sustentación a esta interrogante al mismo que se vuelve determinante por el porcentaje de 84% obtenido.

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

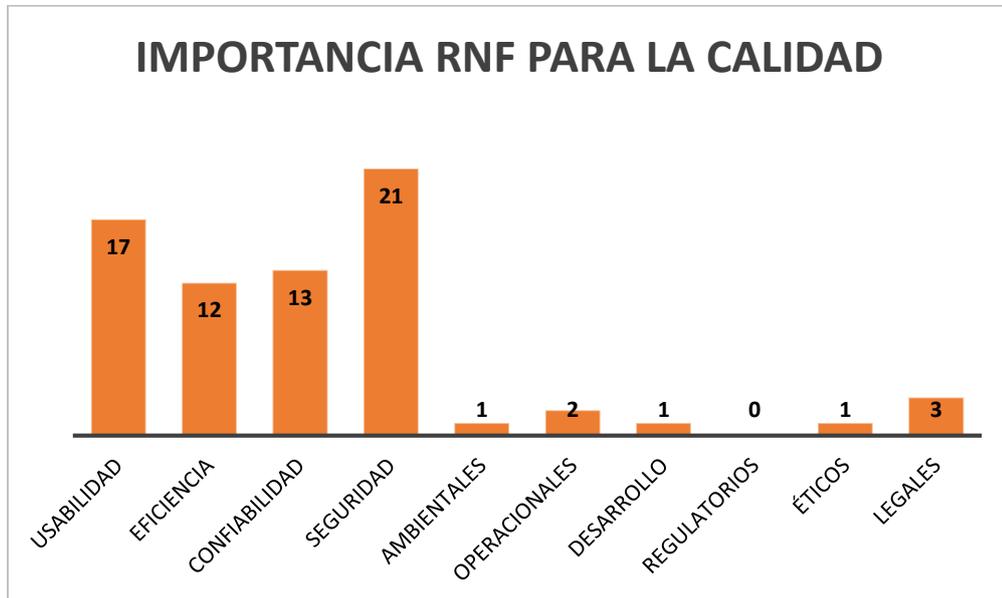


Figura 10: Importancia de los requisitos no funcionales para la calidad
Elaborado por el Autor

A esta interrogante los 21 encuestados otorgan un valor muy significativo al requerimiento no funcional seguridad, luego de hacer la interpretación de los resultados obtenidos se establece que la seguridad será un factor muy importante a la hora de realizar el modelo de evaluación, y concretar un software de buena calidad.

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en el Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.



Figura 11: Utilización de los requisitos no funcionales en el DDTI-UTN
Elaborado por el Autor

El 44% de los encuestados tiene la percepción de que la aplicación de los requisitos no funcionales en el software desarrollado está en un término medio, por lo que se resalta que existe la necesidad de establecer normas y políticas que coadyuven a la consecución de productos de software de más alta calidad.

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes?

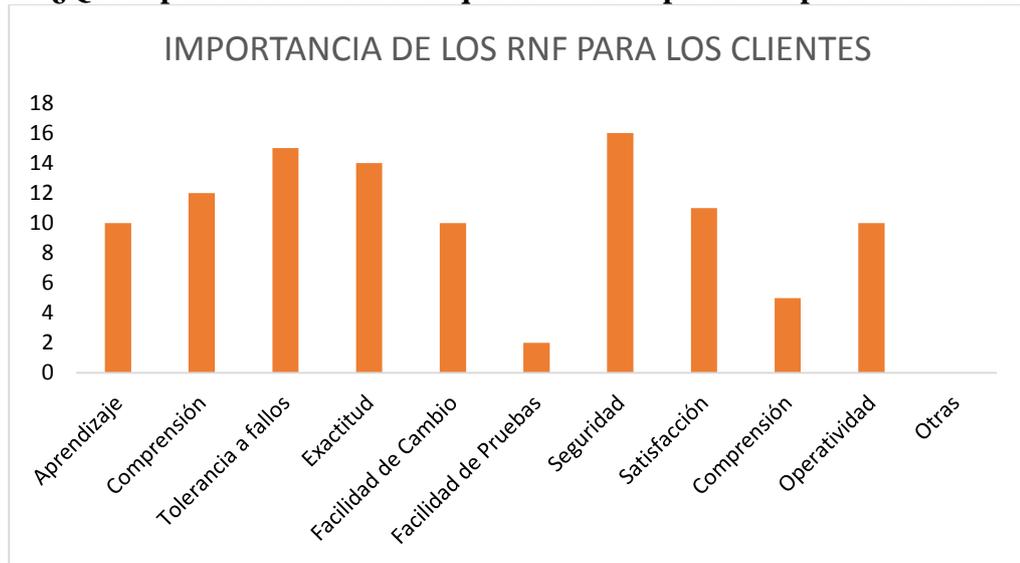


Figura 12: Importancia de los requisitos no funcionales para los clientes
Elaborado por el Autor

De la experiencia de los encuestados y por la información obtenida en esta pregunta que se puede visualizar en el cuadro estadístico, se deduce que los clientes tienen una cierta afinidad por solicitar que los productos que se desarrollan a medida de la organización tengan un alto nivel de seguridad.

7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?



Figura 13: Aspectos para el éxito del producto software

Elaborado por el Autor

Una vez más recurriendo al conocimiento y familiaridad de los encuestados con los productos desarrollados y productos en proceso de construcción, se desprende que la calidad del producto software y la seguridad brindan el éxito o el fracaso del proyecto emprendido como se puede verificar en el cuadro estadístico correspondiente a esta pregunta.

4.2. Análisis de contenidos: Variable Requisitos No Funcionales (RNF)

Para el análisis de la variable requisitos no funcionales (RNF), se utilizó una matriz de análisis de contenido, a través de ella se observó la composición y los niveles de requisitos no funcionales existentes para el desarrollo de la fase de Análisis de la construcción del software en dónde se observó que existen tres niveles de RNF que se describen a continuación: Requisitos del Producto, Requisitos de la organización, Requisitos Externos.

Como se puede observar en la Tabla 4.1, los RNF del nivel uno, se subdivide de tal forma que se puede determinar que existen 6 grandes grupos de RNF, sobre los cuales se aplican el modelo de calidad y métricas propuestos por la norma ISO/IEC 9126, al mismo tiempo que se realiza la evaluación del producto software por parte de la norma ISO/IEC 14598, que son parte de análisis de este trabajo investigativo.

Tabla 4.1 Tabla de contenidos de la composición de los RNF

Niveles de los Requisitos No Funcionales (RNF)			
	Primer Nivel	Segundo Nivel	Tercer Nivel
Requisitos no Funcionales RNF	Requisitos del Producto	Requisitos de Usabilidad	N/A
		Requisitos de Eficiencia	Requisitos de Rendimiento Requisitos de Espacio
		Requisitos de Confiabilidad Requisitos de Seguridad	N/A
	Requisitos de la organización	Requisitos Ambientales Requisitos Operacionales Requisitos de Desarrollo	N/A
	Requisitos Externos	Requisitos Regulatorios	N/A
		Requisitos Éticos	N/A
		Requisitos Legales	Requisitos Contables Requisitos de Protección/Seguridad

Según (Sommerville, 2011) Composición de los requisitos no funcionales
Elaborado por el Autor

De la encuesta y la entrevista realizadas se obtuvo que la seguridad es un requisito no funcional crítico en las aplicaciones construidas en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático y a su vez se puede observar en la Tabla 4.1 que se encuentra como componente de los requisitos del producto; antecedentes que permiten determinar la existencia de la coherencia de este con uno de los elementos del modelo de calidad interna y externa descrito en la ISO/IEC 9126-1.

4.3. Comparativa de los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 y SQuaRE(ISO/IEC 25000)

ESTÁNDAR ISO/IEC 9126

El estándar ISO/IEC 9126 en el contexto de la ingeniería de software es la doctrina de la calidad del producto software, en la razón de que se utiliza para realizar la evaluación del software y para cumplir con este propósito se divide en cuatro partes.

La primera parte que corresponde a la [ISO/IEC 9126-1, 2001], que lleva por nombre en inglés “Software engineering. Product quality. Part 1: quality model. (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT)”, ha sido implementada con el objetivo principal de identificar las características principales para la calidad del producto, ésta a su vez describe el modelo de calidad externa e interna y el modelo de calidad en uso, como dos formas para agrupar las diferentes características que componen cada uno de estos. Para el modelo de calidad externa e interna este estándar considera seis características o atributos como: Funcionalidad, Fiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad, a su vez que cada una de las características mencionadas anteriormente se dividen en subcaracterísticas o subatributos como se indica en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Norma 9126-1, modelos, características y subcaracterística

Estándar	Modelo	Características	Subcaracterísticas
9126-1	Calidad externa e interna	Funcionalidad	Idoneidad
			Exactitud
			Interoperabilidad
			Seguridad
			Conformidad de la funcionalidad
		Fiabilidad	Madurez
			Tolerancia a fallos
			Facilidad de recuperación
			Conformidad de la fiabilidad
		Usabilidad	Facilidad para ser entendido
			Facilidad para ser aprendido
			Operabilidad
			Capacidad de ser atractivo
			Conformidad de la usabilidad
		Eficiencia	Comportamiento Temporal
			Utilización de recursos
			Conformidad de la Eficiencia
		Mantenibilidad	Facilidad para ser analizado
			Facilidad para ser cambiado
			Estabilidad
	Facilidad de prueba		
	Conformidad de la mantenibilidad		
	Portabilidad	Facilidad para la adaptación	
		Facilidad de ser instalada	
		Facilidad de coexistencia	
		Capacidad de ser reemplazado	
		Conformidad de la portabilidad	
	Calidad en Uso	Eficacia	Facilidad de permitir a los usuarios alcanzar exactitud y completitud
Productividad		Capacidad para permitir a los usuarios alcanzar gasto adecuado en relación a la efectividad	
Seguridad física		Capacidad para alcanzar niveles aceptables del riesgo de hacer daño a personas, al negocio, al software, a las propiedades o al medio ambiente.	
Satisfacción		Capacidad para satisfacer a los usuarios.	

Elaborado por el Autor

En la segunda y tercera parte están completamente desarrolladas las normas ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3 que tienen como objetivo principal definir las métricas externas e internas para la medición y evaluación cuantitativa de la calidad externa e interna del producto software haciendo referencia a las

características y subcaracterísticas que se describen en la ISO/IEC 9126-1, también muestra el uso e interpretación correctos de las métricas por cada característica y subcaracterística como se indica en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Norma 9126-2, 9126-3 con las métricas correspondientes a las características y subcaracterística.

Estándar	Métricas (Características)	Métricas (Subcaracterísticas)
9126-2 9126-3	Funcionalidad	Aplicabilidad
		Precisión
		Interoperabilidad
		Seguridad
		Conformidad de la funcionalidad
	Fiabilidad	Madurez
		Tolerancia a fallos
		Facilidad de recuperación
		Conformidad de la fiabilidad
	Usabilidad	Comprensibilidad
		Capacidad de aprendizaje
		Capacidad de operación
		Apariencia
		Conformidad de la usabilidad
	Eficiencia	Comportamiento en el tiempo
		Utilización de recursos
		Conformidad de la Eficiencia
	Mantenibilidad	Facilidad para ser analizado
		Facilidad para ser cambiado
		Estabilidad
		Facilidad de prueba
		Conformidad de la mantenibilidad
	Portabilidad	Adaptabilidad
Capacidad de ser instalada		
Coexistencia		
Capacidad de ser reemplazado		
Conformidad de la portabilidad		

Elaborado por el Autor

Para cada una de las métricas existe una matriz en la cual están detalladas las particularidades que permiten la lectura e interpretación adecuada, también existe en los anexos una descripción pormenorizada de la explicación de valores, evaluación y escalas para la calidad del producto software.

La cuarta parte de este estándar corresponde a la ISO/IEC 9126-4 en la cual están desarrolladas las métricas para medición y evaluación de la calidad en uso del producto software.

Tabla 4.4: Norma 9126-4 Métricas de calidad en Uso

Estándar	Métricas (Características)
9126-4	Eficiencia
	Productividad
	Seguridad
	Satisfacción

Elaborado por el Autor

Para cada una de las métricas existe una matriz con las diferentes particularidades que se deben aplicar para obtener la calidad en uso del producto software.

ESTÁNDAR ISO/IEC 14598

El estándar ISO/IEC 14598, “Information technology - Software product evaluation”, se compone de una serie de seis normas que proveen a compradores, desarrolladores y evaluadores, una guía para evaluar la calidad del producto software, además se muestra los requisitos para efectuar la toma de medidas y evaluación del proceso. Ésta norma define el proceso de evaluación y proporciona los requisitos que permiten realizar evaluaciones de calidad.

La primera parte [ISO/IEC 14598-1, 1999], que su nombre en inglés es “Information technology - Software product evaluation - Part 1: General overview”, Este segmento del estándar brinda una visión general de la composición y dejar ver la concordancia de éste estándar con el modelo de calidad definido por la ISO/IEC 9126. Adicionalmente, puntualiza los términos técnicos usados, contiene requisitos generales para la especificación y evaluación de la calidad del software y clarifica los conceptos generales. Se inicia con las indicaciones de una serie de pasos para la evaluación de la calidad de los productos software donde se describe detalladamente los siguientes pasos:

1. Especificar la evaluación.
2. Implementar los requisitos de evaluación.

3. Proyectar la evaluación.
4. Ejecutar la evaluación.
5. Alcanzar conclusiones de los resultados de la evaluación y los métodos empleados.

Además, se expone los requisitos para los métodos de medición y evaluación del producto de software. La primera parte de la norma está dirigida a los desarrolladores, compradores y evaluadores independientes que estén encargados de la calidad del producto software.

La segunda parte [ISO/IEC 14598-2, 2000], que su denominación en inglés es “Software engineering - Product evaluation - Part 2: Planning and management” tiene como objetivo entregar los requisitos necesarios que la organización debe proveer para asegurar el éxito de la evaluación. Además, propone requisitos, recomendaciones y guías para las funciones de soporte a la evaluación del producto software. Existen algunas funciones de soporte, pero la norma comprende la gestión de la evaluación y la gestión de las tecnologías necesarias para la evaluación. En lo referente a la gestión de evaluación se debe preparar documentos y métodos de evaluación pertinentes y que respondan a las tecnologías de evaluación. La gestión de la tecnología se encarga de todo lo referente a la planificación y gestión de los procesos de evaluación de software, métricas y herramientas. Esta parte del estándar está dirigido a personas responsables del aseguramiento de la calidad, sin embargo, puede ser enfocado a los administradores relacionados en otras actividades concernientes al software.

La tercera parte [ISO/IEC 14598-3, 2000], cuya denominación en inglés es “Software engineering - Product evaluation - Part 3: Process for developers”, describe la aplicación de esta norma en la fase de desarrollo de software, sin dejar de lado la aplicabilidad en las otras etapas del ciclo de vida de la construcción del software, ésta norma se encuentra encaminada hacia personas que realizan la medición y evaluación de la calidad del producto software. Además, orienta a la selección y reporte de los indicadores útiles para la predicción de la calidad del producto software en base a la medición de la calidad

de los productos intermedios, esta parte del estándar ISO/IEC 14598 está dirigida a desarrolladores de productos software.

La cuarta parte de la norma [ISO/IEC 14598-4, 1999], que en inglés se la denomina como “Software engineering - Product evaluation - Part 4: Process for acquirers”, éste documento describe los requisitos, recomendaciones y guías para la medición y evaluación de la calidad del producto software durante el proceso de adquisición o modificación de un producto software. Este segmento del estándar reúne lo descrito en la norma ISO/IEC 14598-1 con la norma ISO/IEC 9126-1 y la norma ISO/IEC 12207 permitiendo hacer una relación de los requisitos generales de evaluación, modelos de calidad y los lineamientos para el proceso de adquisición del software. Las ISO/IEC 14598-2, ISO/IEC 14598-3 e ISO/IEC 14598-6 pueden usarse junto a esta parte del estándar. La aceptación de un producto de entre productos alternativos se la realiza a partir de la aplicación del proceso descrito en esta parte del estándar ISO/IEC 14598, también esta norma está dirigida a gerentes de proyectos e ingenieros que están involucrados en la adquisición de productos software.

La quinta parte es la norma [ISO/IEC 14598-5, 1999], que su denominación en inglés es “Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators”, provee a los evaluadores requisitos y recomendaciones de resultados cuantitativos relativos a la calidad del producto software que sean comprensibles, aceptables y pueden ser utilizados por desarrolladores, compradores y evaluadores externos.

El proceso de evaluación contiene los siguientes componentes:

1. Analizar los requerimientos de evaluación.
2. Especificar, diseñar y llevar a cabo acciones de evaluación.
3. Concluir con la evaluación de cualquier tipo de producto software.

Éste proceso de evaluación puede ser aplicado a software en producción, aplicaciones que se deseen adquirir o productos en desarrollo.

La sexta parte de este estándar [ISO/IEC 14598-6, 2001], denominada en inglés como “Software engineering - Product evaluation - Part 6: Documentation of evaluation modules” provee de la estructura y contenido de la documentación que debe realizar y utilizar para describir la información y los resultados de los módulos de evaluación. La estructura de estos módulos debe estar en estrecha relación con el contexto del estándar ISO/IEC 9126, también se encuentra dirigida a desarrolladores, compradores, evaluadores y expertos de laboratorios de testeo que deben efectuar los respectivos informes de evaluación.

ESTÁNDAR ISO/IEC 25000 (Software Engineering-Software Product Quality Requirements and evaluation (SQuaRE)-Guide to SQuaRE (ISO/IEC 25000:2005, IDT))

SQuaRE es una nueva serie de normas que se basa en el estándar ISO/IEC 9126 (Modelos de Calidad) e ISO/IEC 14598 (Evaluación del software). La serie SQuaRE tiene como uno de los principales objetivos coordinar y armonizar el contenido de la ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 15939:2002 (Measurement Information Model). Ésta última presenta un modelo de información que permite especificar durante la planificación y evaluación de la medición. La aplicación, debe seguir este procedimiento:

1. Seleccionar y compilar los datos.
2. Estudio de datos.

La organización del estándar ISO/IEC 25000 (SQuaRE), está establecida en cinco partes:

ISO/IEC 2500n División de Gestión de Calidad, describe la arquitectura de SQuaRE, la terminología, una visión de los documentos, usuarios a los que está destinado y partes asociadas.

ISO/IEC 2501n División de Modelo de Calidad, Es una parte del estándar donde se encuentra la descripción del modelo para la calidad del producto interno y externo de software y la calidad de software en uso.

ISO/IEC 2502n División de Medición de Calidad, en esta norma se realiza la explicación introductoria del modelo de referencia para la medición de la calidad del producto, los elementos de medida, también hace referencia a las medidas de calidad interna y externa de software y la calidad en uso, asimismo provee una guía para seleccionar, desarrollar y aplicar medidas de las Normas Internacionales dirigidas al usuario.

ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad, esta parte del estándar provee los requerimientos y la guía para el proceso de desarrollo de los requisitos de calidad del producto software.

ISO/IEC 2504n- División de Evaluación de Calidad, describe los requerimientos generales para especificación y evaluación de calidad de software y clarifica los conceptos generales e indica las pautas generales para evaluar la calidad del producto de software.

Tabla 4.5: Comparativa de los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 y SQuaRE (ISO/IEC 25000)

ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598	SQuaRE
ISO/IEC 9126: Calidad del producto	ISO/IEC 25000
ISO/IEC 9126-1: Modelo de calidad	ISO/IEC 25000: Guía para SQuaRE ISO/IEC 25010: Modelo de calidad ISO/IEC 25020: Modelo de referencia de medición y guía
ISO/IEC 9126-2: Métricas Externas	ISO/IEC 25020: Modelo de referencia de medición y guía ISO/IEC 25023: Medición de calidad externa
ISO/IEC 9126-3: Métricas Internas	ISO/IEC 25020: Modelo de referencia de medición y guía ISO/IEC 25022: Medición de calidad interna
ISO/IEC 9126-4: Métricas de calidad en uso	ISO/IEC 25020: Modelo de referencia de medición y guía ISO/IEC 25024: Medición de calidad en uso
ISO/IEC 14598: Evaluación del producto	
ISO/IEC 14598-1: Visión General	ISO/IEC 25000: Guía para SQuaRE ISO/IEC 25040: Modelo de referencia de evaluación de la calidad y guía
ISO/IEC 14598-2: Planificación y Gestión	ISO/IEC 25001: Planificación y gestión
ISO/IEC 14598-3: Proceso para desarrolladores	ISO/IEC 25042: Proceso para desarrolladores
ISO/IEC 14598-4: Proceso para compradores	ISO/IEC 25043: Proceso para compradores
ISO/IEC 14598-5: Proceso para evaluadores	ISO/IEC 25044: Proceso para evaluadores
ISO/IEC 14598-6: Documentos de módulos de evaluación	ISO/IEC 25041: Módulos de evaluación
Guías para usar 9126 y 14598	ISO/IEC 25000: Guía para SQuaRE
Métricas base	ISO/IEC 25021: Elementos de medida de la calidad
Requerimientos de calidad	ISO/IEC 25030: Requisitos de calidad

De acuerdo a (INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) Correspondencia de los estándares 9126 y 14598 con la serie SQuaRE (ISO/IEC 25000)

Elaborado por el Autor

4.3.1. Similitudes entre los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000 (SQuaRE).

- La norma ISO 25000 o SQuaRE es una revisión de 9126-1 (basada en el modelo McCall) y tiene las mismas características de calidad del software con la diferencia que SQuaRE se centra en el producto.
- Tiene tres revisiones, y cada una de ellas tiene un modelo de calidad del producto software con distintas características y subcaracterísticas. Por lo tanto, en la serie SQuaRE ha habido una evolución en dicho modelo, intentando definir lo más preciso posible cada una de las características y subcaracterísticas. Es decir, desde la primera revisión de mayo de 2007 a la última revisión de Julio de 2008 ha habido una remodelación de las características y subcaracterísticas siendo la última versión la que tiene más precisión en dicho aspecto.
- La versión de SQuaRE es también más completa pues define subcaracterísticas (además de para la calidad interna y externa) para la calidad de uso.

4.3.2. Diferencias entre los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000 (SQuaRE).

- Introducción de un modelo de referencia general nuevo,
- Introducción de guías dedicadas, detalladas para cada división,
- Introducción de elementos de Medida de Calidad dentro de la División de Medición de Calidad,
- Introducción de la División de requisitos de Calidad,
- Incorporación y revisión de procesos de evaluación,
- Introducción de guías de uso práctico en forma de ejemplos,
- La coordinación y armonización del contenido con ISO/IEC 15939.

4.4. Análisis de resultados de la entrevista realizada al señor director de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

1.- ¿Conoce usted la existencia en el DDTI de un formato o una guía para la especificación de requisitos no funcionales?

En la Dirección de desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte, se está llevando este aspecto de una forma empírica y siempre confiando en las capacidades del recurso humano.

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce y se utilizan con mayor frecuencia en el DDTI?

- Usabilidad
- Eficiencia
- Confiabilidad
- Seguridad
- Ambientales
- Operacionales
- Desarrollo
- Regulatorios
- Éticos
- Legales
- Ninguna

Realmente, para el buen desempeño de la dirección se conoce todos, se ha dado mayor énfasis a la usabilidad y eficiencia en las aplicaciones que se desarrollan para el funcionamiento administrativo, académico y financiero de la Universidad Técnica del Norte.

3.- ¿Cuál es la influencia de los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima e indique si en el DDTI, se están utilizando.

Influencia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Los requisitos no funcionales tienen una alta influencia en la construcción del software por esta razón asigno un valor de 5 puntos, es conocido por los profesionales de la ingeniería de software como el componente que promueve la obtención de la calidad del producto software.

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

- Usabilidad
- Eficiencia
- Confiabilidad
- Seguridad
- Ambientales
- Operacionales
- Desarrollo
- Regulatorios
- Éticos
- Legales

Como mencioné anteriormente todos tienen un alto nivel de influencia en la obtención de la calidad, por lo cual en la DDTI, ha puesto especial énfasis en la usabilidad, eficiencia y confiabilidad, se tiene aplicaciones con características de fácil aprendizaje y confiable desde el punto de vista que se usa una base de datos muy recomendable en el mundo del desarrollo de software, luego de los pasos que se han emprendido, se tomará especial atención otra arista como la seguridad, por la cantidad de información relevante que poseen las aplicaciones desarrolladas en la UTN.

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte e indique por qué consigna ese valor realizando una relación con la respuesta de la pregunta 3.

Valor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

A la dirección le asigno un valor de 3, el hecho de que se lleve de una forma empírica no significa que no se realice la especificación de requisitos no funcionales, si se hace una relación con el valor consignado en la pregunta tres se tiene una valoración sobre la mitad por lo que se hace necesario tener una guía y por su puesto mantener la información de todas estas actividades en forma digital para evidenciar y poder cumplir con algunos parámetros de evaluación y realizar un análisis para determinar los puntos en los cuales debemos aplicar con mayor énfasis nuestros recursos.

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes? En este caso para los usuarios que son personal administrativo, Docente y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte.

- Aprendizaje
- Comprensión
- Tolerancia a fallos
- Exactitud
- Facilidad de Cambio
- Facilidad de Pruebas
- Seguridad
- Satisfacción
- Comprensión
- Operatividad
- Otras

El cliente (personal administrativo, docente y administrativo de la Universidad técnica del Norte), en su gran mayoría es muy exigente en los requisitos tanto funcionales como no funcionales, obviamente ellos no tienen un conocimiento

claro sobre sus pedidos, para los ingenieros de software y desarrolladores sería excelente cumplir con todas las necesidades, lamentablemente en algunos casos se hace complicado o hasta imposible efectuar las aplicaciones a completa complacencia del usuario y una de las razones que más afloran son las limitaciones que presentan el software y el hardware que dispone la institución.

**7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?,
¿En base a su respuesta el software existente en la Universidad es un éxito?**

- Eficiencia
- Seguridad
- Calidad
- Diseño
- Confiabilidad

En la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático, se ha dado especial cobertura a la eficiencia, confiabilidad y el propósito para los próximos periodos educativos potenciar la seguridad de los módulos existentes en el sistema académico de Universidad técnica del Norte.

8.- Estimado señor director en el sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, ¿Cuál de las características de la pregunta siete es la que más presenta dificultades?

Es un poco complicado manifestar si una u otra de las características mencionadas son las más conflictivas, en la calidad existe un equilibrio entre todas, en la actualidad en el sistema académico de la Universidad Técnica del norte tenemos un foco de dificultad en la seguridad por las políticas de ingreso al portafolio.

9.- De la encuesta que se realizó al personal de la DDTI y docentes de la FICA, se dedujo que la seguridad es un punto vulnerable en los diferentes portafolios del sistema académico de la UTN, ¿Está de acuerdo con esta interpretación?

Como se mencionó anteriormente se ha brindado especial énfasis a la eficiencia y confiabilidad, la seguridad se encontraba relegada, por circunstancias de prioridad institucionales han afectado directamente a este componente actor

principal de la buena marcha del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte.

10.- La seguridad de cualquier aplicación de software, está relacionada con el número de requisitos no funcionales aplicados, ¿Cuántos RNF existen en el módulo de ingreso a los portafolios del sistema académico de la UTN?

En lo referente al acceso al portafolio docente se manejan tres requisitos no funcionales:

- Usuario que está compuesto por la letra D o d más el número de cédula.
- Contraseña que está compuesta por el mismo nombre del usuario.
- Cambia de contraseña en el primer ingreso, este requisito es opcional.

Estos requisitos lamentablemente no representan el nivel de seguridad que se debería mantener con respecto a la información que se debe gestionar.

11.- Señor director si se incrementa el número de requisitos no funcionales al módulo de acceso a los portafolios del sistema académico de la UTN, ¿Se acrecentará la seguridad?

Los requisitos no funcionales son muy importantes en vista que posteriormente para la aplicación analizada se convierten en políticas de seguridad, entonces si existe un incremento, es claro que subirá en nivel de seguridad.

12.- Señor director ¿Con qué sistemas operativos, bases de datos y aplicaciones de software para desarrollo cuenta la DDTI de la UTN?

Servidores de Bases de datos y servicios con sistema operativo Linux.

Usuarios con sistemas operativos Linux, Windows, Android, IOS.

Bases de datos **Oracle** para el almacenamiento y gestión de datos, dentro de esta **Apex** para el desarrollo de las aplicaciones y **Forms & Reports** que permite realizar reportes y presentaciones de pantalla.

13.- Señor director ¿cuáles son las características del hardware que tiene la UTN para el almacenamiento, desarrollo y servicio a la comunidad universitaria?

1 servidor de BDD con 16 OCPUS, 64 GB en RAM y 4TB de disco duro.

1 servidor de Forms & Reports, con 4 OCPUS, 32GB de RAM y 520GB de disco duro.

3 servidores de Apex, cada uno con 2 OCPUS, 32GB en RAM y 520GB de disco duro.

14.- Señor director ¿se tiene un valor aproximado de usuarios de los portafolios?

En lo referente a los usuarios relacionados con los portafolios se tiene un cálculo aproximado de uno por usuario, que lanza un valor de 12000.

15.- Señor director ¿cuál es la importancia que tienen las conexiones de red y el ancho de banda existentes en la Universidad Técnica del Norte, para el normal desenvolvimiento del sistema académico?

Con respecto a las conexiones de red y el ancho de banda del internet la importancia disminuye, puesto que el funcionamiento de los servicios está completamente vinculados al browser Internet Explorer, Chrome o Mozilla.

La entrevista se dividió en dos partes, la primera en la que se obtiene información del conocimiento y manejo de los requisitos no funcionales en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte y la segunda parte que se busca información del funcionamiento y estructura actual del acceso del sistema académico; con la entrevista se logró reforzar la encuesta realizada al inicio de la investigación en la cual se determina que la característica seguridad es un punto sensible de la aplicación de acceso a los portafolios.

4.5. Propuesta del marco de trabajo

Después de haber realizado los análisis correspondientes y el cumplimiento de los pasos establecidos en la metodología de este trabajo investigativo, se elaboró la propuesta Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte que se encuentra en el Anexo 6, en la cual se indica la información actual de la aplicación evaluada y las partes correspondientes en las que se afectará para alcanzar los objetivos de esta propuesta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se expondrán las conclusiones obtenidas del desarrollo investigativo, a fin de definir de manera clara y precisa la realidad encontrada en el diseño y ejecución de los Requisitos no funcionales en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte en aplicación de la articulación teoría-práctica explícita en las fases de la construcción del software, en especial en la correspondiente a la especificación de requisitos no funcionales.

5.1. Conclusiones

- En base a la investigación y estudio realizado se determinó la conveniencia del uso de los estándares ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 14598 con lo cual se obtuvo el modelo de calidad, las métricas y modelo de evaluación para desarrollar la propuesta.
- Se elaboró un marco de trabajo para solventar la dificultad de llevar un control adecuado en la gestión de los requisitos no funcionales para la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.
- Se determinó el 90% de incidencia con respecto a la subcaracterística seguridad de acceso que se obtuvo en el estudio realizado de la ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 14598, esta incidencia afecta de manera directa a los requisitos no funcionales en el proceso de desarrollo de software.

5.2. Recomendaciones

- Una vez implementado el marco de trabajo se debe determinar una política de documentación de los requisitos, tanto para las modificaciones como para los nuevos, que permitirán al DDTI recurrir a soluciones o parte de las ellas que sean necesarias aplicar en proyectos posteriores.
- Se debe aplicar normas como los estándares ISO/IEC 9126 que garanticen un proceso coherente, basado en las guías pertinentes para desarrollar un modelo de calidad adecuado y apoyarse en la ISO/IEC 14598 para efectuar la evaluación apropiada. Posteriormente se deberá hacer un estudio de la

ISO/IEC 25000 para determinar una migración del marco de trabajo para la especificación de requisitos no funcionales.

- Se debe poner un especial énfasis en la característica seguridad y por ende en las métricas relacionadas a ella, puesto que es un factor preponderante en cualquier proyecto de software o aplicación a desarrollarse, más crítica se vuelve esta cualidad en vista que la institución analizada en este trabajo de investigación es educativa.

Bibliografía

- Abud, M. (2013). Calidad en industria del software. *Calidad en industria del software*. Buenos Aires.
- Bourque Pierre, F. R. (2014). *SWEBOK Guide V 3.0*.
- Busquet, D. J., & Medina, C. A. (2017). *La investigación en comunicación. ¿Qué debemos saber? ¿Qué pasos debemos seguir?* Barcelona: UOC.
- Cortés, C., Abud, M., Romero, C., Juárez, U., & Pelaez, G. (2016). Propuesta de un Catálogo de Patrones de Escenario para la Definición de Requisitos. *Recibe*.
- Duarte Pedro A., M. S. (2015). Modelo de Proceso Software Aplicado a la Revisión de la Accesibilidad WEB en Desarrollos Basados en IDE. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*.
- Escudero, D. (2017). *Metodología del trabajo científico: proceso de investigación y uso de SPSS*. La Plata: Editorial Universidad Adventista del Plata.
- Flores, A., Lavín, J. M., Calle, J., & Álvarez, E. (17 de octubre de 2014). Buscando la excelencia educativa: Gestión de procesos académicos y administrativos en instituciones públicas de educación mediante BPM. *Buscando la excelencia educativa: Gestión de procesos académicos y administrativos en instituciones públicas de educación mediante BPM*. Ambato, Tungurahua, Ecuador: MASKANA, I+D+ingeniería 2014.
- Guerrero, C., Gutiérrez, L., Londoño, J., & Suárez, J. (2014). ESTUDIO COMPARATIVO DE MARCOS DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO SOFTWARE ORIENTADO A ASPECTOS. *Información Tecnológica*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización. (20 de 01 de 2014). INGENIERÍA DE SOFTWARE – REQUERIMIENTOS Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL PRODUCTO DE SOFTWARE (SQuaRE) – GUÍA PARA SQuaRE (ISO/IEC 25000:2005, IDT). *INGENIERÍA DE SOFTWARE – REQUERIMIENTOS Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL PRODUCTO DE SOFTWARE (SQuaRE) – GUÍA PARA SQuaRE (ISO/IEC 25000:2005, IDT)*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2 de ENERO de 2014). INGENIERÍA DEL SOFTWARE. CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE. MODELO DE CALIDAD (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT). *SOFTWARE. CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE. MODELO DE CALIDAD (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT)*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización. (10 de 01 de 2014). TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO SOFTWARE. PARTE 1: VISIÓN GENERAL (ISO/IEC 14598-1:1999, IDT). *TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO SOFTWARE. PARTE 1: VISIÓN GENERAL (ISO/IEC 14598-1:1999, IDT)*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización. (10 de 01 de 2014). TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO SOFTWARE. PARTE 1: VISIÓN GENERAL (ISO/IEC 14598-1:1999, IDT). *TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. EVALUACIÓN DEL*

PRODUCTO SOFTWARE. PARTE 1: VISIÓN GENERAL (ISO/IEC 14598-1:1999, IDT). Quito, Pichincha, Ecuador.

- Ixmattlahua, S., Raygoza, R., Romero, O., Uribe, F., & Vargas, E. (2015). *Metrópolis Digital: Una plataforma Web para la inclusión integral de las PyMES, Sociedad y Gobierno en el uso de las Tecnologías de la Información en la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, México*. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*.
- Lozano, L. (2013). *Estándares de calidad del software*. Obtenido de Estándares de calidad del software: <http://estandarescalidadsoftware.blogspot.com/>
- Méndez, G. L., Mendoza, G. F., & Vértiz, F. K. (2013). *Metodología de la Investigación para estudiantes de Odontología*. México: Plaza y Valdés, S.A de C.V.
- Muñoz Egido, D., & Vianello Osti, M. (2016). *Evaluación de la Usabilidad de los portales web de las bibliotecas universitarias españolas a partir de un modelo eurístico cognitivo - emocional*. *Revista Española de Documentación Científica*, 91.
- Niño, R. V. (2011). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ortiz, O. A. (2015). *Enfoques y métodos de investigación en las ciencias sociales*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Pardo, C. (2013). *Estándares y modelos de calidad del software*. Obtenido de Estándares y modelos de calidad del software: <http://evaluaciondesoftware2013.blogspot.com/2013/03/estandares-y-modelos-de-calidad-del.html>
- Pérez García, M. V., Irrazábal, E., Carasco Velar, R., & Coca Bergolla, Y. (2016). *Importancias de los requisitos no funcionales: Estudio preliminar en una Universidad de Cuba*. *XVI Convención y Feria Internacional 2016*. Havana.
- Posso, Y. M. (2011). *Proyectos, Tesis y Marco Lógico*. Ibarra: Autor.
- Press Oxford University. (15 de Abril de 2018). *Spanish Oxford Living Dictionaries*. Obtenido de Spanish Oxford Living Dictionaries: <https://es.oxforddictionaries.com>
- Ramos Cardozzo, D. (2016). *Desarrollo de Software, Requisitos, Estimaciones y Análisis*. IT Campus Academy.
- Rojo, S. (2012). *Requerimientos no funcionales para aplicaciones web*. *Requerimientos no funcionales para aplicaciones web*. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Scalone, F. (2014). *Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software*. *Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software*. Buenos Aires, Argentina.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

ANEXOS

1. Anexo1: Árbol de problemas



2. Anexo 2: Encuesta de Requisitos no funcionales funcionarios DDTI



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADOS



ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DE LA DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Y PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE.

OBJETIVO: Confirmar el conocimiento de los principales requisitos no funcionales y la necesidad de implementar un marco de trabajo, que permita especificar cada uno de ellos.

Señores:

Se está desarrollando la investigación para realizar la tesis de maestría acerca del conocimiento de requisitos no funcionales, un marco de trabajo para la especificación, implementación y evaluación.

1.- ¿Conoce usted que es un requisito no funcional?

Sí
No

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce?

Usabilidad
Eficiencia
Confiabilidad
Seguridad
Ambientales
Operacionales
Desarrollo
Regulatorios
Éticos
Legales
Ninguna

3.- ¿Cómo cree que influyen los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima.

Influencia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

- Usabilidad
- Eficiencia
- Confiabilidad
- Seguridad
- Ambientales
- Operacionales
- Desarrollo
- Regulatorios
- Éticos
- Legales

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en el Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

Valor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes?

- Aprendizaje
- Comprensión
- Tolerancia a fallos
- Exactitud
- Facilidad de Cambio
- Facilidad de Pruebas
- Seguridad
- Satisfacción
- Comprensión
- Operatividad
- Otras

7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?

- Eficiencia
- Seguridad
- Calidad
- Diseño
- Confiabilidad

GRACIAS

3. Anexo 3: Encuesta de Requisitos no funcionales docentes FICA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADOS



ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Y PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE.

OBJETIVO: Confirmar el conocimiento de los principales requisitos no funcionales y la necesidad de implementar un marco de trabajo, que permita especificar cada uno de ellos.

Señores:

Se está desarrollando la investigación para realizar la tesis de maestría acerca del conocimiento de requisitos no funcionales, un marco de trabajo para la especificación, implementación y evaluación.

1.- ¿Conoce usted que es un requisito no funcional?

Sí
No

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce?

Usabilidad
Eficiencia
Confiabilidad
Seguridad
Ambientales
Operacionales
Desarrollo
Regulatorios
Éticos
Legales
Ninguna

3.- ¿Cómo cree que influyen los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima.

Influencia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

- Usabilidad
- Eficiencia
- Confiabilidad
- Seguridad
- Ambientales
- Operacionales
- Desarrollo
- Regulatorios
- Éticos
- Legales

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en el Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

Valor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes?

- Aprendizaje
- Comprensión
- Tolerancia a fallos
- Exactitud
- Facilidad de Cambio
- Facilidad de Pruebas
- Seguridad
- Satisfacción
- Comprensión
- Operatividad
- Otras

7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?

- Eficiencia
- Seguridad
- Calidad
- Diseño
- Confiabilidad

GRACIAS

4. Anexo 4: Encuesta de Requisitos no funcionales profesionales ingeniería de software graduados UTN.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADOS



ENCUESTA DIRIGIDA A PROFESIONALES DE INGENIERÍA DE SOFTWARE GRADUADOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Y PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE.

OBJETIVO: Confirmar el conocimiento de los principales requisitos no funcionales y la necesidad de implementar un marco de trabajo, que permita especificar cada uno de ellos.

Señores:

Se está desarrollando la investigación para realizar la tesis de maestría acerca del conocimiento de requisitos no funcionales, un marco de trabajo para la especificación, implementación y evaluación.

1.- ¿Conoce usted que es un requisito no funcional?

Sí
No

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce?

Usabilidad
Eficiencia
Confiabilidad
Seguridad
Ambientales
Operacionales
Desarrollo
Regulatorios
Éticos
Legales
Ninguna

3.- ¿Cómo cree que influyen los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima.

Influencia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

- Usabilidad
- Eficiencia
- Confiabilidad
- Seguridad
- Ambientales
- Operacionales
- Desarrollo
- Regulatorios
- Éticos
- Legales

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en el Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

Valor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes?

- Aprendizaje
- Comprensión
- Tolerancia a fallos
- Exactitud
- Facilidad de Cambio
- Facilidad de Pruebas
- Seguridad
- Satisfacción
- Comprensión
- Operatividad
- Otras

7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?

- Eficiencia
- Seguridad
- Calidad
- Diseño
- Confiabilidad

GRACIAS

5. **Anexo 5: Entrevista al señor Director de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático sobre el tema Requisitos no funcionales y su utilización en la construcción del software.**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADOS



ENTREVISTA DIRIGIDA A DIRECTOR DE LA DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

OBJETIVO: Confirmar el conocimiento y aplicación de los principales requisitos no funcionales y la necesidad de implementar un marco de trabajo, que permita especificar cada uno de ellos.

Señor Juan Carlos García Pinchao:

Se está desarrollando la investigación para realizar la tesis de maestría acerca del conocimiento de requisitos no funcionales, propuesta de un marco de trabajo para la especificación de requerimientos, de un modelo de calidad y evaluación del producto software.

1.- ¿Conoce usted la existencia en el DDTI de un formato o una guía para la especificación de requisitos no funcionales?

2.- ¿Cuáles de los requisitos no funcionales que se describen a continuación usted conoce y se utilizan con mayor frecuencia en el DDTI?

Usabilidad
Eficiencia
Confiabilidad
Seguridad
Ambientales
Operacionales
Desarrollo
Regulatorios
Éticos
Legales
Ninguna

3.- ¿Cuál es la influencia de los requisitos no funcionales en la construcción del Software?, califique con valores de 1 para influencia mínima y 5 para influencia máxima e indique si en el DDTI, se están utilizando.

Influencia

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4.- Todos los requisitos no funcionales son muy trascendentales para la consecución de la calidad. Seleccione el que considere más importantes de la lista.

Usabilidad

Eficiencia

Confiabilidad

Seguridad

Ambientales

Operacionales

Desarrollo

Regulatorios

Éticos

Legales

5.- Cuantifique con valores de 1 a 5 la utilización de los requisitos no funcionales en las aplicaciones desarrolladas en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte e indique por qué consigna ese valor realizando una relación con la respuesta de la pregunta 3.

Valor

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6.- ¿Qué aspectos de la lista cree que son más importantes para los clientes? En este caso para los usuarios que son personal administrativo, Docente y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte.

Aprendizaje
Comprensión
Tolerancia a fallos
Exactitud
Facilidad de Cambio
Facilidad de Pruebas
Seguridad
Satisfacción
Comprensión
Operatividad
Otras

7.- ¿Qué aspectos establecería para saber que el producto ha sido un éxito?, ¿En base a su respuesta el software existente en la Universidad es un éxito?

Eficiencia
Seguridad
Calidad
Diseño
Confiabilidad

8.- Estimado señor director en el sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, ¿Cuál de las características de la pregunta siete es la que más presenta dificultades?

9.- De la encuesta que se realizó a personal de la DDTI y docentes de la FICA, se dedujo que la seguridad es un punto vulnerable en los diferentes portafolios del sistema académico de la UTN, ¿Está de acuerdo con esta interpretación?

10.- La seguridad de cualquier aplicación de software y está relacionada con el número de requisitos no funcionales aplicados, ¿Cuántos RNF existen en el módulo de ingreso a los portafolios del sistema académico de la UTN?

11.- Señor director si se incrementa el número de requisitos no funcionales al módulo de acceso a los portafolios del sistema académico de la UTN, ¿Se acrecentará la seguridad?

12.- Señor director ¿Con qué sistemas operativos, bases de datos y aplicaciones de software para desarrollo cuenta la DDTI de la UTN?

13.- Señor director ¿cuáles son las características del hardware que tiene la UTN para el almacenamiento, desarrollo y servicio a la comunidad universitaria?

14.- Señor director ¿se tiene un valor aproximado de usuarios de los portafolios?

15.- Señor director ¿cuál es la importancia que tienen las conexiones de red y el ancho de banda existentes en la Universidad Técnica del Norte, para el normal desenvolvimiento del sistema académico?

Mi estimado señor Director un eterno agradecimiento por la colaboración brindada.

6. **Anexo 6: Propuesta del Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte.**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADOS

IBARRA - ECUADOR



PRESENTACIÓN

La propuesta Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, favorece a la seguridad del producto software que opera los procesos académicos de las carreras de la institución. Se trata de ofrecer a docentes, estudiantes y directivos experiencias vinculadas con la seguridad que permitan mantener un nivel elevado de confianza en la integridad de los datos almacenados en el sistema académico.

Desde esta perspectiva los procesos académicos sistematizados han de permitir al docente que su accionar bajo el apoyo de un software con un alto nivel de seguridad que brinde la confianza en la información gestionada por el sistema académico construido en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

Alcanzar la seguridad mediante la utilización de un marco de trabajo para tener una buena definición de requisitos no funcionales que vayan a constituirse en políticas de mantenimiento de las contraseñas de acceso a los portafolios del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, se convierte en un verdadero alcance de la calidad con respecto al acceso y sigilio de los datos e información almacenados en la base de datos. En efecto la seguridad de la información constituye un conjunto de orientaciones, políticas o reglas que señalan de forma clara e inequívoca la forma de conducir los accesos a los portafolios del sistema académico.

En atención a lo planteado surge la necesidad de ofrecer a la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte, un marco de trabajo para establecer requisitos no funcionales, determinar el modelo de calidad, métricas y diseñar la evaluación que permitan efectuar la evaluación metodológicas que le permita desarrollar con éxito políticas de acceso al portafolio docente del sistema académico que con seguridad alcanzará un alto nivel de calidad.

OBJETIVO DE LA PROPUESTA

Proponer un marco de trabajo que promuevan la articulación entre los requisitos no funcionales, el modelo de calidad y la evaluación de un producto software en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte. El marco de trabajo se visualiza en el Anexo 5.

A continuación, se muestra la aplicación del marco de trabajo propuesto en base al software Portafolio docente de la UTN.

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

La propuesta Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, para un buen nivel de seguridad en el acceso al portafolio docente de la Universidad Técnica del Norte, se fundamenta en los estándares ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598.

Se asume un enfoque interdisciplinario por cuanto abarcan varias áreas elementales del funcionamiento cotidiano de la Universidad Técnica del Norte. La visión interdisciplinar de la propuesta se convierte en una estrategia que promueve la interacción desde espacios reales para la construcción del software por medio de un diálogo reflexivo de los actores que facilita la construcción de nuevas aplicaciones con un alto nivel de pertinencia y significancia para la comunidad universitaria.

ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

1. INTRODUCCIÓN

La especificación de requisitos de software cumple un papel primordial en el proceso de desarrollo de software: la definición de lo que se desea producir. Su

principal tarea consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, el comportamiento del sistema; de esta manera, se pretende minimizar los problemas relacionados al desarrollo de sistemas.

El presente documento tiene como objetivo brindar una descripción detallada de los requisitos no funcionales para la seguridad del módulo portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte. Además, se propone algunos RNF con los cuales se pretende elevar el nivel de seguridad de acceso al portafolio al mismo tiempo que se mejora la disminución de la probabilidad de acceso a la información de personal ajeno a la correspondiente en el proceso académico.

1.1.1. Alcance

La presente propuesta se aplicará exclusivamente en el acceso al módulo portafolio docente en el cual se realiza actividades de docencia como la administración de tareas, foros, asistencias, planificaciones, notas, en este último factor muy sensible que debe ser tratado con un alto nivel de seguridad, puesto que trata de uno de los elementos primordiales en la razón de ser de la educación.

1.1.2. Objetivos

Mejorar el nivel de seguridad del portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del norte, mediante la aplicación de requisitos no funcionales adecuados a las necesidades actuales.

1.2. INFORMACIÓN DEL DOMINIO DEL PROBLEMA

1.2.1. Introducción al dominio del problema

El acceso al portafolio docente componente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte tiene un porcentaje elevado de vulnerabilidad, por fenómenos relacionados con los requisitos no funcionales, estas falencias han llevado a que exista cierto grado de desconfianza con respecto a la información almacenada en la base de datos, depósito de los datos relevantes del proceso académico.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El módulo portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte está diseñado para realizar las diferentes actividades académicas que

el docente realiza diariamente para cumplir con la carga horaria que le es asignado semestralmente.

Este apartado del sistema académico brinda al docente algunas opciones muy importantes que permiten llevar la información forma digital, la misma que debe ser registrada diariamente para un mejor control y seguimiento, la dirección de desarrollo tecnológico e informático ha desarrollado algunos submódulos para que el maestro universitario pueda desempeñar sus tareas diarias con el apoyo tecnológico adecuado a las necesidades diarias.

En la actualidad el ingreso al portafolio docente se lo realiza con un usuario que es la letra D o d seguido del número de cédula del profesional que esté realizando las labores de docencia, posteriormente se ingresa la contraseña, esta última debe ser cambiada en la primera utilización del módulo.

1.3.1. Fortalezas y Debilidades de la situación actual

Algunas de las tareas que el módulo portafolio docente realiza en favor del maestro universitario están las de identificar, localizar, acceder, recuperar, almacenar, organizar y analizar contenidos en línea, actividades relacionadas con la asistencia, evaluaciones, aplicación de estrategias, instrumentos y metodologías al servicio de las necesidades de la enseñanza aprendizaje.

1.3.1.1. Fortalezas de la situación actual

Algunas fortalezas se describen a continuación:

- Favorece al docente con el control de tiempo y seguimiento de las actividades.
- Motiva un trabajo continuo del docente con las actividades académicas.
- Fomenta la planificación académica en el tiempo.
- Promueve el control diario de asistencias del alumnado.
- Impulsa la revisión y calificación de actividades autónomas entregadas por los estudiantes.
- Beneficia la comprensión de los contenidos de la asignatura.
- Estimula la preparación de actividades para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes.

- Contribuye a la utilización de textos existentes en la biblioteca universitaria.

1.3.1.2. Debilidades de la situación actual

El portafolio docente tiene algunas falencias que se detallan a continuación:

- La resistencia que genera el inicio de la actividad, en un porcentaje muy elevado de la planta docente de la Universidad Técnica del Norte, este hecho se refleja en la desconfianza ocasionada por los diferentes registros de datos.
- La exigencia de un tiempo de dedicación a la preparación de actividades, foros, recursos que deben ser colocados en el portafolio, que pudiera estimarse excesivo.
- La gran cantidad de evidencias que el sistema de educación superior exige para el cumplimiento de los indicadores de evaluación ha hecho que se caiga en un desequilibrio entre la versatilidad del portafolio y el apoyo que este brinda.
- Las anteriores debilidades han permitido que el usuario busque la ayuda de terceros para efectuar los diferentes procesos que el portafolio docente presenta como apoyo al académico, haciendo caer en una fuerte inseguridad del módulo a causa de la entrega de contraseñas a personal no autorizado para el ingreso en este componente del sistema académico institucional.

1.3.2. Modelos de procesos de negocio actuales

El modelo de gestión de portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte puede analizarse desde diferentes enfoques como:

- Recurso pedagógico,
- Inclusión y revisión de evidencias,
- Intervención en la enseñanza aprendizaje,
- Análisis de resultados de aprendizaje,
- Retroalimentación,
- Autoevaluación,
- Instrumento de evaluación

- Control, seguimiento y evaluación de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Y como un componente agrupador de las actividades se encuentra la seguridad que por obvias razones es un factor que permite ingresar y efectuar modificaciones inherentes al docente razón por la cual se convierte en un punto neurálgico en el desempeño del proceso académico digital.

1.3.2.1. Descripción de los actores de negocio actuales

Se puede enumerar algunos actores para el normal funcionamiento del portafolio docente, los principales detallamos a continuación:

- **Contexto**, es un actor en el cual se describe la naturaleza de la asignatura, el tiempo para el cual se debe planificar, los recursos que se utilizarán para el desarrollo del curso, las estrategias de enseñanza aprendizaje, los resultados de aprendizaje que se obtendrán en cada una de las unidades y contenidos desarrollados, espacios físicos utilizados o que se van utilizar para ejecutar la planificación de la asignatura (Syllabus).
- **Docente**, se refiere al catedrático que, en el proceso, desempeña el papel de facilitador, entregando instrucciones, contribuyendo al manejo adecuado de conceptos, instaurando procedimientos, solventando dudas; es decir, entrega retroalimentación de los vacíos generados en los estudiantes a la vez fomenta el aprendizaje significativo, la reflexión y la construcción de conocimiento.
- **Estudiante**, son los usuarios que estudian los conceptos y contenidos vistos en clase, reflexiona sobre ellos y realiza las actividades expuestas en el portafolio docente. Por otra parte, cada estudiante planifica su tiempo y trabaja de forma autónoma, efectuando la construcción del conocimiento, según las indicaciones señaladas por el catedrático.
- **Autoridades**, es la descripción del personal docente elegido o designado para cumplir con las funciones administrativas explícitas en Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica del Norte, norma la cual faculta la evaluación de las actividades del personal académico, administrativo y de servicio que se encuentra adscrito en las diferentes facultades de la universidad.
- **Comisión de evaluación**, es una estructura de las instituciones de educación superior que están conformadas por representantes de las diferentes

facultades de las instituciones de educación superior a las cuales les compete organizar y efectuar las evaluaciones a las autoridades, personal docente y responder por la información requerida por el CES y CEAACES.

1.3.2.2. Descripción de procesos de negocio actuales

Los procesos que se efectúan en el portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte se describen a continuación:

- **Recurso pedagógico**, se tiene los foros, actividades, recursos relacionados con las políticas de evaluación implementadas por el docente en el syllabus, el mismo que es desarrollado con la participación de los estudiantes.
- **Inclusión y revisión de evidencias**, se tiene como evidencias las actividades fijadas en las políticas de evaluación implementadas en el syllabus y almacenadas en el aula virtual adscrito al portafolio docente.
- **Intervención en la enseñanza aprendizaje**, el portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte colabora en el proceso de enseñanza aprendizaje en el momento que ejecuta las políticas de evaluación descritas en el syllabus, así como también en el mantenimiento de recursos y foros.
- **Análisis de resultados de aprendizaje**, el sistema académico de la Universidad Técnica del Norte en la parte correspondiente, realiza una correspondencia entre los resultados de aprendizaje de las carreras con los declarados por las asignaturas, permitiendo determinar el porcentaje de alcance de los mismos.
- **Retroalimentación**, éste ámbito se ve reflejado en las actividades, foros y recursos que el sistema académico permite implementar con la finalidad de generar la complementación o refuerzo de los conocimientos adquiridos en los salones de clase desde el trabajo autónomo del estudiante y los talleres preparados por el docente para cumplir con el proceso de enseñanza aprendizaje.
- **Autoevaluación**, es un deber y un derecho que tienen los docentes en el proceso de evaluación, cuya finalidad principal es realizar una valoración de los objetivos o metas trazados para cada uno de los semestres y en las

asignaturas establecidas, actividad alojada en el portafolio docente como parte de las diferentes funciones que mantiene el sistema académico de la Universidad Técnica del Norte.

- **Instrumento de evaluación**, es una función que se ha implementado en el proceso de mejoramiento del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, que permite al docente mantener los reactivos y las evaluaciones que son aplicadas a los estudiantes, convirtiéndose en un apoyo para el académico de la institución.
- **Control, seguimiento y evaluación de los procesos de enseñanza aprendizaje**, la mejora continua de las tareas que se desarrollan dentro del portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, buscan dar cumplimiento a indicadores de control, seguimiento y evaluación ubicados dentro de las funciones específicas de los coordinadores y autoridades parte del proceso académico de la institución.
- Y como un componente agrupador de las actividades se encuentra la seguridad que por obvias razones es un factor que permite ingresar y efectuar modificaciones inherentes al docente razón por la cual se convierte en un punto neurálgico en el desempeño del proceso académico digital.

1.3.3. Entorno tecnológico actual

En la Universidad Técnica del Norte, la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático ha realizado algunas alianzas estratégicas que han permitido tener un almacenamiento estable en la nube y por su puesto mayor agilidad en los procesos académicos, además se cuenta con aplicaciones desarrolladas por el personal de la dirección, las mismas que se han construido en la base de datos Oracle, para obtener una mayor robustez de software que soporta una serie de procesos relevantes en el diario convivir de la institución.

1.3.3.1. Descripción del entorno de hardware actual

La Universidad Técnica del Norte, por intermedio de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático ha realizado la adquisición del siguiente equipo de hardware para cumplir con el objetivo de subir todos los procesos a la nube de Oracle:

1 servidor de BDD con 16 OCPUS, 64 GB en RAM y 4TB de disco duro.

1 servidor de Forms & Reports, con 4 OCPUS, 32GB de RAM y 520GB de disco duro.

3 servidores de Apex, cada uno con 2 OCPUS, 32GB en RAM y 520GB de disco duro.

En lo referente a los usuarios relacionados con los portafolios se tiene un cálculo aproximado de uno por usuario, que lanza un valor de 12000.

Con respecto a las conexiones de red, la importancia baja en lo relacionado al ancho de banda, puesto que los funcionamientos de los servicios están completamente vinculados al browser Internet Explorer, Chrome o Mozilla.

1.3.3.2. Descripción del entorno de software actual

En lo relacionado a los sistemas operativos, bases de datos y software para desarrollo se tiene:

Servidores de Bases de datos y servicios con sistema operativo Linux.

Usuarios con sistemas operativos Linux, Windows, Android, IOS.

Bases de datos **Oracle** para el almacenamiento de datos, dentro de esta **Apex** para el desarrollo de las aplicaciones y **Forms & Reports** que permite realizar reportes y presentaciones de pantalla.

1.4. NECESIDADES DE NEGOCIO

Para esta propuesta se hace hincapié en la seguridad en vista de la relevancia que tienen los procesos que se efectúan en el portafolio docente los mismos que están completamente relacionados con la enseñanza aprendizaje de la institución educativa, para este caso es necesario implementar algunas políticas de seguridad producto de la obtención de los requisitos no funcionales motivos de este estudio.

- Al ingreso del usuario por primera vez al portafolio docente debe ser obligatorio cambiar la contraseña.
- Cambio de contraseña bimestral.
- Complejidad de la contraseña alfanumérica mayor o igual a 8 caracteres y símbolos especiales.

- Los caracteres de la contraseña actual no deben repetirse en la nueva.
- Contraseña encriptada en la base de datos.
- Número de intentos de ingreso limitados para que se bloquee el acceso al portafolio docente.
- La contraseña no debe repetirse.

1.4.1. Objetivos de negocio

Mejorar la seguridad de ingreso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, implementando algunos requisitos no funcionales.

1.5. CATÁLOGO DE REQUISITOS DEL SISTEMA A DESARROLLAR

1.5.1. Requisitos no funcionales del sistema (Requisitos de seguridad)

- Al ingreso del usuario por primera vez al portafolio docente debe ser obligatorio cambiar la contraseña.
- Cambio de contraseña bimestral.
- Complejidad de la contraseña alfanumérica mayor o igual a 8 caracteres y símbolos especiales.
- Los caracteres de la contraseña actual no deben repetirse en la nueva.
- Contraseña encriptada en la base de datos.
- Número de intentos de ingreso limitados para que se bloquee el acceso al portafolio docente.
- La contraseña no debe repetirse.

PROCESO DE EVALUACIÓN

1.6. Establecer los requisitos de evaluación

1.6.1. Establecer el propósito de la evaluación

El propósito fundamental de la evaluación es definir los requisitos que se deben considerar en el proceso. Los requisitos expresan las necesidades del usuario para el producto software que será valorado, los cuales se definen antes del desarrollo. Es necesario indicar que antes de la evaluación de la calidad, los requisitos de

calidad deberían especificarse en términos de características y subcaracterísticas de calidad (véase la Norma ISO/IEC 9126-1).

Para este caso en concreto se realiza el conteo de los requisitos no funcionales del ingreso al portafolio docente en producción y posteriormente se propone un número recomendable de requisitos no funcionales necesarios para la potenciación de la seguridad en el módulo mencionado.

1.6.2. Identificar los tipos de productos a ser evaluados

Para realizar la evaluación se dispone de dos tipos de producto software intermedio o final, en este caso específico se tomará como referente al módulo portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte, el cual se encuentra en producción.

1.6.3. Especificar el modelo de calidad

El nivel superior de esta jerarquía lo constituyen las características de calidad y el nivel inferior los atributos de calidad de software. La Norma ISO/IEC 9126-1 proporciona un modelo de propósito general que define seis grandes categorías de características de calidad de software: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad; de las cuales se hace referencia a la funcionalidad donde se localiza la subcaracterística seguridad de acceso, en la cual se realizará la intervención para cumplir con el objetivo de esta propuesta.

1.7. Especificar la evaluación

1.7.1. Seleccionar las métricas

Es importante que las mediciones del producto software puedan realizarse de una manera fácil y económica y que las medidas resultantes sean fáciles de usar. Muchas mediciones del software pueden realizarse convenientemente con algún tipo de herramienta y pueden empaquetarse como un módulo de evaluación (ISO/IEC 14598-6).

Las métricas pueden diferir dependiendo del entorno y las fases del proceso de desarrollo en que se usen. Las métricas empleadas en el proceso de desarrollo deberían correlacionarse con las métricas desde la perspectiva del usuario, ya que las métricas desde el punto de vista del usuario son cruciales.

Para la selección de métricas en este estudio se utilizará como base la encuesta

y entrevista realizada a integrantes del DDTI, docentes de la FICA y director del DDTI, de las cuales se obtuvo resultados que permitieron determinar que la Seguridad es un aspecto muy importante de evaluación, por lo cual para esta propuesta se describirá las métricas de funcionalidad en especial la seguridad.

Métricas de Seguridad

Tabla 1: Métrica de seguridad

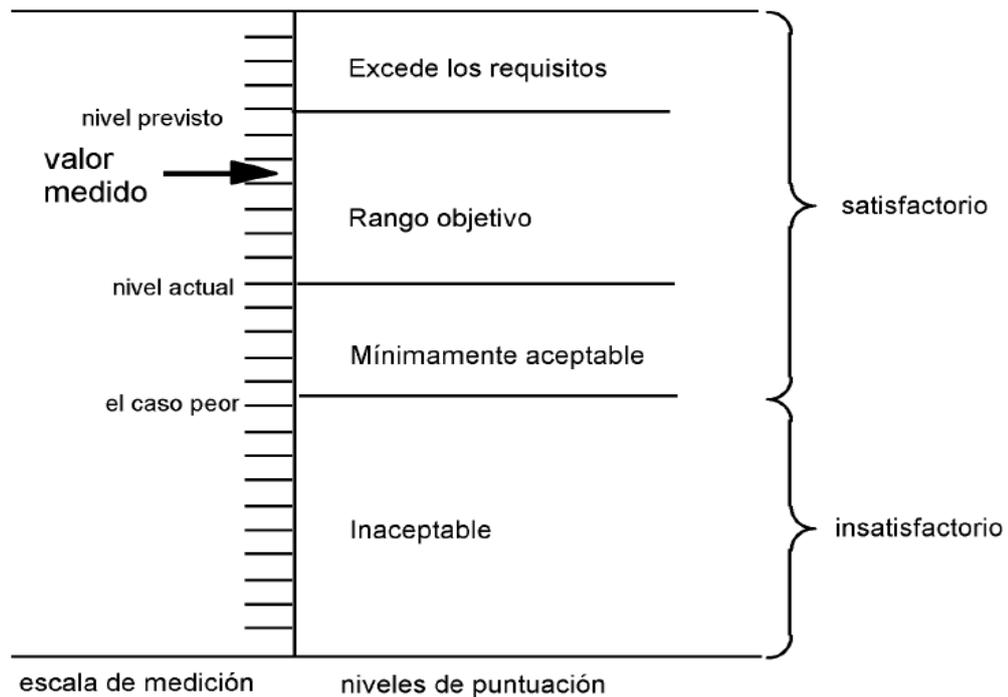
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Audiencia objetivo
Requisitos no funcionales para el acceso.	¿Cuán completa es la seguridad en relación al número de requisitos no funcionales?	Evaluar la cantidad de requisitos no funcionales implementados en la seguridad de acceso al software.	$X = 1 / A$ A = Número de "Requisitos no funcionales", existentes o por implementarse en el software.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 0 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad / Cantidad A = Cantidad	Conteo de requisitos no funcionales existentes o por implementarse en el software.	Desarrollador

Elaborado por el Autor.

1.7.2. Establecer niveles de puntuación para las métricas

Los aspectos cuantificables pueden medirse cuantitativamente usando métricas de calidad. El resultado, por ejemplo, el valor medido, se sitúa en la escala. Este valor no muestra por sí mismo el grado de satisfacción. Para este propósito, la escala ha de dividirse en rangos que corresponden a diferentes niveles de satisfacción de los requisitos. Ejemplos de esto son:

- la división de la escala en dos categorías: satisfactorio e insatisfactorio;
- la división de la escala en cuatro categorías limitadas por el nivel actual de un producto existente o un producto alternativo, el peor caso y el nivel previsto. El nivel actual se establece con el fin de controlar que el nuevo sistema no se deteriore con respecto a la situación actual. El nivel previsto es lo que se considera alcanzable con los recursos disponibles. El peor caso es la frontera para la aceptación del usuario por si acaso el producto no cubre el nivel previsto (véase la figura 2).



Niveles de puntuación para las métricas

Valor medio: 0.50

Nivel actual: 0.333

El peor caso: 1

Nivel previsto: 0.16

1.7.3. Establecer criterios para la valoración

Las especificaciones de los requisitos de calidad del software se deben definir utilizando un modelo de calidad apropiado y bien definido. Para este propósito se debería usar el modelo de calidad y las definiciones de la Norma ISO/IEC 9126-1, a no ser que haya una razón concreta para utilizar otro modelo.

Para evaluar la calidad del producto, han de resumirse los resultados de la evaluación de las diferentes características. El evaluador debería preparar un procedimiento para esto, con criterios distintos para diferentes características de calidad, pudiendo estar expresado cada uno en términos de subcaracterísticas individuales, o una combinación ponderada de subcaracterísticas. El procedimiento normalmente incluirá otros aspectos como el tiempo y el coste que contribuyen a la valoración de la calidad de un producto software en un entorno concreto.

1.8. Diseño de la evaluación

1.8.1. Elaborar un plan de evaluación

El Plan de Evaluación describe los métodos de evaluación y el plan de acciones del evaluador (véanse las Normas ISO/IEC 14598-3, ISO/IEC 14598-4 o ISO/IEC 14598-5). Debería ser consistente con el Plan de Mediciones (Véase la Norma ISO/IEC 14598-2).

Las evaluaciones se las realizará basado en el siguiente cronograma:

- Inicio de semestre se aplicará uno o dos requisitos no funcionales, los mismos que serán debidamente seleccionados por los administrativos de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.
- Evaluación e implementación de dos nuevos requisitos no funcionales de los propuestos.
- Este proceso se lo realizará por el espacio de tiempo académico de dos semestres, con la finalidad de ir evaluando y retroalimentando para conseguir la robustez en la seguridad del portafolio docente.

1.9. Ejecutar la evaluación

1.9.1. Tomar medidas

Para la medición, las métricas seleccionadas se aplican al producto software. Los resultados son valores expresados en las escalas de las métricas, para este caso en concreto se contabilizará el número de requisitos no funcionales implementados y posteriormente se los añadirá a los propuestos con la finalidad de obtener los valores necesarios.

1.9.2. Comparar con los criterios

En el paso de puntuación, el valor medido se compara con los criterios predeterminados (por ejemplo, como se muestra en la figura 2).

1.9.3. Valorar los resultados

La valoración, donde se resume un conjunto de niveles puntuados, es el paso final del proceso de evaluación del software. El resultado es una declaración de hasta qué punto el producto software cubre los requisitos de calidad. Después la calidad así resumida se compara con otros aspectos como el tiempo y el coste. Al final una decisión de la gerencia será tomada en base a criterios de gestión. El resultado es una decisión de la gerencia sobre la aceptación o el rechazo, o sobre la emisión o no publicación del producto software.

Los resultados de la evaluación son importantes para decisiones acerca de pasos subsecuentes en el ciclo de vida de desarrollo de software. Por ejemplo, ¿han de cambiarse los requisitos o se necesitan más recursos para el proceso de desarrollo?

En el portafolio docente actualmente se ha contabilizado tres requisitos no funcionales que se describen a continuación:

- Usuario que está compuesto por la letra D o d más el número de cédula.
- Contraseña que está compuesta por el mismo nombre del usuario.
- Cambia de contraseña en el primer ingreso, este requisito es opcional.

Se aplica la expresión que está descrita a continuación por la métrica de la tabla 5.1:

El valor de X es:

$X = \frac{1}{A}$; donde se tiene el valor A , que corresponde al número de requisitos no funcionales existentes en el acceso al portafolio docente del sistema académico.

$$0 \leq X < 1$$

$$0 \leq \frac{1}{3} < 1$$

$$0 \leq 0.33 < 1$$

∴ luego del cálculo, se tiene el nivel que hace interpretar una seguridad baja en el acceso, debido al valor obtenido y a la métrica en la cual indica el procedimiento de interpretación.

Luego de la aplicación de la propuesta Marco de trabajo para la especificación e incremento de requisitos no funcionales en el módulo de acceso al portafolio docente del sistema académico de la Universidad Técnica del Norte se tiene:

$X = \frac{1}{A}$; donde se tiene el valor A , que corresponde al número de requisitos no funcionales existentes en el acceso al portafolio docente del sistema académico.

El valor de es 10 debido a la suma de los requisitos propuestos y los existentes en el acceso al sistema académico, $A = 10$.

$$0 \leq X < 1$$

$$0 \leq \frac{1}{10} < 1$$

$$0 \leq 0.1 < 1$$

∴ el nivel se acerca a 0 y hace interpretar la mejora de la seguridad del acceso al portafolio docente, debido a la interpretación que se debe dar con respecto a la métrica propuesta.

Con respecto a la incidencia se determina a partir de la diferencia del valor obtenido en la variable X con respecto a 1 y efectuado el producto por 100 para obtener un valor porcentual correspondiente a la incidencia.

$$\text{Incidencia} = 1 - 0,1$$

$$\text{Incidencia} = 0.9$$

$$\text{Incidencia} = 0.9 * 100$$

$$\text{Incidencia} = 0.9 * 100$$

$$\text{Incidencia} = 90\%$$

Por lo que se determina que los requisitos no funcionales tienen un alto porcentaje de participación o incidencia en la seguridad del software y la correspondiente influencia en la calidad del producto software.