

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Tema: “Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software”

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de
Magister en Gerencia de Sistemas de Información

Autora: Ing. Silvia Trávez

Director: Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD

Ambato – Ecuador

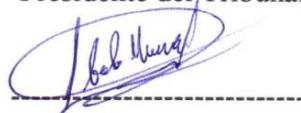
2019

A La Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

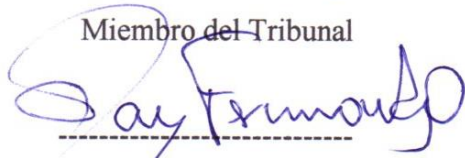
El Tribunal receptor de Trabajo de Investigación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg., e integrado por los señores Ingeniero Carlos Israel Núñez Miranda, Mg., Ingeniero Clay Fernando Aldás Flores , Mg., Ingeniero Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “MARCO DE REFERENCIA DE CALIDAD BASADO EN LAS NORMAS ISO 9001 Y CMMI PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE DESARROLLO EN LAS PYMES DE DESARROLLO DE SOFTWARE”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Silvia Verónica Trávez Corrales, para optar por el Grado Académico de Magister en Gerencia de Sistemas de Información; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
Presidente del Tribunal



Ing. Carlos Israel Núñez Miranda, Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Clay Fernando Aldás Flores, Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

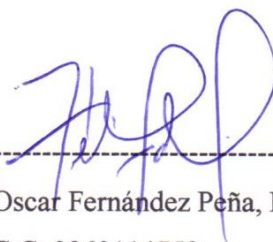
La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: MARCO DE REFERENCIA DE CALIDAD BASADO EN LAS NORMAS ISO 9001 Y CMMI PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE DESARROLLO EN LAS PYMES DE DESARROLLO DE SOFTWARE, le corresponden exclusivamente a la Ingeniera Silvia Verónica Trávez Corrales, autora bajo la Dirección del Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD. Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Silvia Verónica Trávez Corrales

C.C. 0503478612

AUTORA



Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD

C.C. 0960114759

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Silvia Verónica Trávez Corrales

C.C. 0503478612

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
A La Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xiv
DEDICATORIA.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
EXECUTIVE SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 Contextualización.....	3
1.2.2 Análisis crítico.....	5
1.2.3 Prognosis.....	6
1.2.4 Formulación del problema.....	6
1.2.5 Interrogantes (Subproblemas).....	6
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	7
1.3 Justificación.....	7

1.4	Objetivos	9
1.4.1	Objetivo general	9
1.4.2	Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO II.....		10
2	MARCO TEÓRICO	10
2.1	Antecedentes investigativos.....	10
2.2	Fundamentación filosófica.....	12
2.3	Fundamentación legal	12
2.4	Categorías fundamentales	13
2.5	Hipótesis	16
2.6	Señalamiento de variables.....	16
CAPÍTULO III		17
3	METODOLOGÍA.....	17
3.1	Modalidad básica de la investigación	17
3.2	Nivel o tipo de investigación	17
3.3	Población y muestra.....	18
3.4	Operacionalización de Variables	19
3.5	Plan de recolección de información.....	21
3.6	Plan de Procesamiento de Información.....	21
CAPITULO IV		23
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	23
4.1	Análisis de los resultados.....	23
4.2	Interpretación de datos.....	33
4.3	Verificación de hipótesis.....	33
CAPITULO V.....		35

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1	Conclusiones	35
5.2	Recomendaciones	35
	CAPITULO VI	36
6	PROPUESTA	36
6.1	Datos Informativos.....	36
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	36
6.3	Justificación	37
6.4	Objetivos	38
6.4.1	Objetivo general	38
6.4.2	Objetivos específicos.....	38
6.5	Análisis de factibilidad	39
6.6	Fundamentación.....	39
6.7	Metodología, Modelo operativo.....	52
6.7.1	Gestor de proyectos	54
6.7.2	Gestor de aprendizaje	60
6.7.3	Normas de codificación.....	67
6.8	Validación de la propuesta.....	71
6.8.1	Validación empírica	71
6.8.1.1	Despliegue de gestor de proyecto	72
6.8.1.2	Implementación del gestor de aprendizaje	77
6.8.1.3	Implementación de normas de codificación	84
6.8.2	Validación estadística.....	93
6.8.2.1	Análisis de la encuesta dirigida a los profesionales de empresa ADS Software Cía. Ltda.....	94

6.8.2.2	Análisis de la encuesta dirigida a los profesionales que tienen experiencia en la Industria de Software	104
6.8.2.3	Interpretación de datos de las encuestas	115
6.9	Administración.....	117
6.10	Previsión de la evaluación.....	117
6.11	Conclusiones	118
6.12	Recomendaciones.....	119
BIBLIOGRAFÍA		120
ANEXOS		124
Anexo 1 Modelo de la encuesta para validar la pertinencia de la propuesta.....		124
Anexo 2 Modelo de la encuesta verificar la propuesta en la empresa.....		127
Anexo 3 Modelo de encuesta verificar propuesta dirigida a profesionales		130
Anexo 4 Criterios de evaluación de herramientas de gestor de aprendizaje		134
Anexo 5 Mapa de compatibilidad entre la norma ISO 9001 y CMMI		137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inclusiones Conceptuales	13
Figura 2 Constelación de ideas de la variable independiente	13
Figura 3 Constelación de ideas de la variable dependiente	14
Figura 4 Gestión de los proyectos mejora la gestión a pesar del tiempo de despliegue .	24
Figura 5 Control de proyectos mejora la coordinación	25
Figura 6 Gestión de Aprendizaje eleva el conocimiento a pesar del tiempo de uso	26
Figura 7 Sitio web creación contenido a pesar del tiempo de su implementación	27
Figura 8 Documentar los procesos impactan.....	28
Figura 9 Utilizar normas de codificación optimiza el tiempo	29
Figura 10 Importancia del control de proyectos de desarrollo	30
Figura 11 Importancia de las normas para mejorar la calidad.....	31
Figura 12 Marco de referencia disminuye el tiempo	32
Figura 13 Representación de la estructura de la Norma con el ciclo PHVA.....	45
Figura 14 Tres dimensiones críticas donde se centran las organizaciones.....	46
Figura 15 Niveles de CMMI.....	48
Figura 16 Marco de referencia de calidad propuesto	53
Figura 17 Esquema general de Moodle	64
Figura 18 Estructura Moodle propuesto	66
Figura 19 Página de ingreso	73
Figura 20 Menú gestión de tareas.....	73
Figura 21 Página crear actividades	74
Figura 22 Página listado de actividades	74
Figura 23 Página para llenar las horas.....	75
Figura 24 Página resumen tiempo de la tarea.....	75
Figura 25 Página reporte de tiempos	76
Figura 26 Listado de proyectos de software	77
Figura 27 Ingreso herramienta de Moodle	79
Figura 28 Cursos Moodle	80
Figura 29 Wiki del curso	80

Figura 30 Wiki con contenido	81
Figura 31 Buscador API Fenix	82
Figura 32 Pantalla de documentación.....	82
Figura 33 Detalle de página web de funciones.....	83
Figura 34 Descripción de página de las funciones	83
Figura 35 Ejemplo Normas Codificación.....	90
Figura 36 Gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos	95
Figura 37 Control de proyectos mejoró la coordinación de equipos.....	96
Figura 38 Gestión de aprendizaje permitió elevar el conocimiento	97
Figura 39 Creación de contenido de calidad	98
Figura 40 Documentar los procesos que impactan.....	99
Figura 41 Normas de codificación permitió optimiza tiempo de desarrollo	100
Figura 42 Importancia de llevar un control de los proyectos de desarrollo	101
Figura 43 Relevancia del gestor de aprendizaje	102
Figura 44 Relevancia del gestor de proyectos	102
Figura 45 Relevancia de las normas de codificación	103
Figura 46 Marco propuesto optimizó el tiempo de desarrollo.....	104
Figura 47 Gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una PYME	106
Figura 48 Control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo	107
Figura 49 Gestión de aprendizaje en una PYME eleva el conocimiento	108
Figura 50 Un sitio web permite crear contenido de calidad en una PYME	109
Figura 51 Documentar los procesos impactan en una PYME.....	110
Figura 52 Normas de codificación optimiza el tiempo en una PYME.....	111
Figura 53 Importancia de llevar un control de los proyectos en una PYME.....	112
Figura 54 Relevancia del gestor de aprendizaje en una PYME	113
Figura 55 Relevancia del Gestor de proyectos en una PYME	113
Figura 56 Relevancia de las normas de codificación en una PYME.....	114
Figura 57 Marco propuesto optimizaría el tiempo de desarrollo en una PYME.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco referencia de calidad	19
Tabla 2 Tiempo de desarrollo	20
Tabla 3 Recolección de la Información	21
Tabla 4 Promedio experiencia en la industria de software	23
Tabla 5 Promedio de experiencia en la docencia	23
Tabla 6 Gestión de los proyectos mejora la gestión a pesar del tiempo de despliegue ..	24
Tabla 7 Control de proyectos mejora la coordinación a pesar del tiempo de despliegue	25
Tabla 8 Gestión de Aprendizaje eleva el conocimiento a pesar del tiempo de uso	26
Tabla 9 Sitio web creación contenido a pesar del tiempo de su implementación	27
Tabla 10 Documentar los procesos impactan	28
Tabla 11 Utilizar normas de codificación optimiza el tiempo	29
Tabla 12 Importancia del control de proyectos de desarrollo	30
Tabla 13 Importancia de las normas para mejorar la calidad	31
Tabla 14 Marco de referencia disminuye el tiempo	32
Tabla 15 Resumen de respuestas de la encuesta a profesionales (Preguntas 3-10)	33
Tabla 16 Evolución histórica de los enfoques de calidad	40
Tabla 17 Criterios específicos para la selección de modelos	41
Tabla 18 Cumplimiento de los criterios de selección	42
Tabla 19 Características de los marcos de referencia estudiados	51
Tabla 20 Semejanzas entre las ISO y CMMI	52
Tabla 21 Diferencias entre las ISO y CMMI	52
Tabla 22 Requisitos de la ISO 9001 utilizados en la propuesta	54
Tabla 23 Metas y prácticas de IPM de CMMI utilizadas	55
Tabla 24 Metas y prácticas de PMC de CMMI utilizadas	56
Tabla 25 Criterios de evaluación de herramientas	58
Tabla 26 Comparación de herramientas de gestión de proyectos	59
Tabla 27 Metas y prácticas de OT de CMMI utilizadas	61
Tabla 28 Metas y prácticas de IPM de CMMI utilizadas	62
Tabla 29 Metas y prácticas de OPD de CMMI utilizadas	63

Tabla 30 Comparación de herramientas de Gestión de Aprendizaje.....	65
Tabla 31 Metas y prácticas de OPD de CMMI utilizadas	68
Tabla 32 Impacto del despliegue del gestor de proyectos	76
Tabla 33 Normas de Codificación plataforma desarrollo.....	85
Tabla 34 Normas de codificación para de tipo de dato	86
Tabla 35 Normas de codificación para controles	87
Tabla 36 Normas de codificación (Comentario clases).....	87
Tabla 37 Normas de codificación (Comentario funciones, métodos, procedimientos)..	88
Tabla 38 Normas de codificación (Comentario de Modificaciones).....	88
Tabla 39 Normas de codificación para la base de datos.....	89
Tabla 40 Verificación de normas de codificación en proyectos de software	91
Tabla 41 Análisis antes y después de Implementación de la Propuesta	93
Tabla 42 Promedio de experiencia en la industria de software de los profesionales	94
Tabla 43 Gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos.....	94
Tabla 44 Control de proyectos mejoró la coordinación de equipos	95
Tabla 45 Gestión de aprendizaje permitió elevar el conocimiento	96
Tabla 46 Creación de contenido de calidad.....	97
Tabla 47 Documentar los procesos que impactan	98
Tabla 48 Normas de codificación permitió optimiza tiempo de desarrollo	99
Tabla 49 Importancia de llevar un control de los proyectos de desarrollo.....	100
Tabla 50 Relevancia del gestor de aprendizaje	101
Tabla 51 Relevancia del gestor de proyectos	102
Tabla 52 Relevancia de las normas de codificación.....	103
Tabla 53 Marco propuesto optimizó el tiempo de desarrollo.....	104
Tabla 54 Promedio en la industria de software de los profesionales.....	105
Tabla 55 Promedio de experiencia en la docencia de los profesionales.....	105
Tabla 56 Gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una PYME	105
Tabla 57 Control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo.....	106
Tabla 58 Gestión de aprendizaje en una PYME eleva el conocimiento.....	107
Tabla 59 Un sitio web permite crear contenido de calidad en una PYME.....	108
Tabla 60 Documentar los procesos impactan en una PYME	109

Tabla 61 Normas de codificación optimiza el tiempo en una PYME	110
Tabla 62 Importancia de llevar un control de los proyectos en una PYME	111
Tabla 63 Relevancia del gestor de aprendizaje en una PYME	112
Tabla 64 Relevancia del gestor de proyectos en una PYME	113
Tabla 65 Relevancia de las Normas de codificación en una PYME	114
Tabla 66 Marco propuesto optimizaría el tiempo de desarrollo en una PYME	115
Tabla 67 Resumen de resultados de las encuestas de validación de la propuesta	116
Tabla 68 Previsión de la evaluación	117

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente, a cada uno de mis profesores que me han transmitido sus conocimientos.

De ellos un agradecimiento muy especial al Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD quien aportó con sus conocimientos e hizo observaciones que ayudaron a alcanzar los objetivos.

Gracias al Ing. Jorge Anchatuña Presidente de la empresa ADS SOFTWARE CÍA. LTDA, por abrirme las puertas y darme el apoyo incondicional para la realización del trabajo.

Silvia

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir un sueño tan anhelado, a mis padres, quienes han velado por mi bienestar y educación, a mis hermanas las cuales han estado siempre conmigo en las buenas y malas travesías de mi vida, así también a Luis y compañeros de clase, quienes me han brindado su apoyo y amistad a lo largo de mi vida universitaria.

Silvia

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TEMA:

Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software.

AUTOR: Ing. Silvia Verónica Trávez Corrales

DIRECTOR: Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD

FECHA: 7 de enero del 2019

RESUMEN EJECUTIVO

En esta investigación se propone un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software. El presente proyecto tiene como propósito adaptar, a la realidad de la PYME, los estándares y marcos de referencia ya definidos en las empresas de desarrollo de software en base a un análisis de los principales estándares, procedimientos y métodos para el aseguramiento de la calidad utilizados en las normas ISO 9001 y CMMI.

CMMI para Desarrollo consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios. La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

Descriptor: ISO 9001, CMMI, PYMES, gerencia informática, calidad, procesos, tecnología, estándares, software, desarrollo, métodos, buenas prácticas, gestión de calidad, desarrollo de software.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

THEME:

Quality reference framework based on ISO 9001 and CMMI standards to optimize the development time in software development PYMES.

Author: Ing. Silvia verónica Trávez Corrales

Directed by: Ing. Félix Oscar Fernández Peña, PhD

Date: January 7th, 2019

EXECUTIVE SUMMARY

The present investigation proposes a quality reference framework based on ISO 9001 and CMMI standards to optimize the development time in software development PYMES. The purpose of this project is to adapt the standards and guidelines to the reality of software development PYME, based on an analysis of the main industry standards, procedures and methods used for quality assurance in the ISO 9001 and CMMI norms.

CMMI for Development consists of best practices that address development activities applied to products and services. ISO 9001 is an international standard that applies to quality management systems and focuses on all the elements of quality management that a company must have in order to have an effective system that allows it to manage and improve the quality of your products or services.

Keywords: ISO 9001, CMMI, PYMES, Information management systems, quality, technology, standards, software, development, methods, best practices, quality management, software development

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación “Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software”, consta de cinco capítulos los cuales se detallan a continuación:

Capítulo I. “El Problema”, se identifica el problema que se suscita en un contexto de la realidad, para plantearlo de forma concreta, delimitando el alcance, con una respectiva justificación y el planteamiento de los objetivos que guiarán todo el proyecto.

Capítulo II. “Marco Teórico”, consta del fundamento teórico que ayuda a comprender de forma clara el problema gracias a los antecedentes investigativos, para luego plantear la propuesta de solución.

Capítulo III. “Metodología”, Se describe las metodologías de investigación que se utilizaron, el enfoque, la modalidad de la investigación utilizada, el tipo de investigación realizada.

Capítulo IV. “Análisis e interpretación de resultados”, en este capítulo se detalla el análisis e interpretación de los resultados obtenidos a través de los métodos de investigación utilizados y la comprobación de la hipótesis planteada.

Capítulo V. “Conclusiones y Recomendaciones” estableciendo las conclusiones a las que llega el investigador luego del desarrollo del proyecto, así también las recomendaciones pertinentes.

Capítulo VI. “Propuesta”, en este capítulo se detalla una propuesta de solución al problema con el detalle necesario para que sea comprendida por los lectores: datos informativos, antecedentes y justificación, objetivo general y objetivos específicos,

análisis de factibilidad, fundamentación y metodología del modelo operativo y previsión de evaluación.

Finalmente se incluye las referencias citadas en este documento, en los anexos se incluye los instrumentos utilizados para la recolección de la información correspondientes del presente proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMEs de desarrollo de software.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

La industria de software representa una actividad económica de suma importancia en la gran mayoría de países del mundo, siendo una oportunidad muy importante de bienestar en países en vías de desarrollo (Sánchez, 2012).

Esta industria a nivel mundial está formada en mayor medida por micro, pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software que suponen cerca del 90% de los negocios formales y generalmente el 40 y el 50% del empleo total (Calvo, y otros, 2008).

Sin embargo, estas empresas de software tienen serios problemas de madurez en sus procesos de desarrollo y en la mayoría de los casos la operación de sus procesos es caótica, lo que afecta a toda la organización (Sánchez, 2012).

El gasto mundial en software y servicios informáticos fue de USD 1.2 millones de millones en 2011 (80% en América del Norte y Europa) (Acebo & Núñez, 2017).

La producción de software en América Latina, tiene mucho por mejorar y recorrer para recuperar su sitio. Las empresas productoras de software buscan el mercado internacional, el cual demanda productos innovadores, servicio de calidad y certificaciones internacionales que avalen el proceso utilizado para el desarrollo del software (Acebo & Núñez, 2017).

AESOFT (Asociación Ecuatoriana de Software) indica que Ecuador exporta a algunos

países en América, algunos de ellos como por ejemplo son Costa Rica, Brasil, Perú, Colombia, Guatemala, Chile, EE.UU., Panamá, Venezuela (Acebo & Núñez, 2017).

En Ecuador, el desarrollo de las PYMEs (Pequeñas y Medianas Empresas) de software ha sido desordenado. Las empresas de software de este tipo crean sus propios métodos, que han sido desarrollados sobre su línea de negocio, y basados en experiencias previas (Sánchez, 2012). Se ha estimado que la industria de software en Ecuador genera ventas del orden de USD 500 millones, de los cuales alrededor del 10% corresponderían a exportaciones (Acebo & Núñez, 2017).

En Ecuador se considera que la industria local de software se encuentra todavía en una fase inicial de desarrollo, estando constituida mayoritariamente por empresas dedicadas al desarrollo de productos informáticos y servicios tecnológicos orientados a atender necesidades de usuarios en el ámbito público y privado (Acebo & Núñez, 2017).

Establecer un modelo de control de calidad internacional requiere invertir dinero, tiempo y recursos que muchas veces no están disponibles. Esto ha traído consigo que, en muchos casos, se implementen procesos de desarrollo inadecuados, que generan insatisfacción del cliente e incumplimientos en los cronogramas.

En consecuencia, existen PYMES limitadas a satisfacer sólo parte de los requerimientos del mercado de desarrollo de software y que no pueden competir, tanto a nivel local como internacional.

Así, las PYMES enfrentan un problema persistente en el proceso de desarrollo de software asociado al aseguramiento de calidad para una mejora continua que permita alcanzar criterios de aceptación de los estándares y un lugar competitivo en la industria. Las empresas de reciente creación pueden realizar buenas prácticas desde su inicio en el mercado, aun cuando esto implique una inclusión gradual de prácticas. Los grupos de 10 personas o menos en empresas en formación pueden ser monitoreados con más facilidad, de manera que se puedan ejecutar acciones correctivas a tiempo desde el inicio de los

proyectos. El compromiso con la calidad asegura un compromiso general, alineado con la estrategia competitiva del negocio (Arboleda, Paz, & Casallas, 2013).

1.2.2 Análisis crítico

Existen diferentes modelos y estándares mundialmente aceptados, los cuales nos muestran el qué hacer, pero no el cómo hacerlo. No tener implementado un modelo de calidad en las PYMEs le resta competitividad. A nivel práctico, su repercusión se refleja en la insatisfacción de los clientes, incumplimientos en los cronogramas, una baja calidad en el producto final, baja rentabilidad de los procesos. Esto trae como consecuencia una vulnerabilidad estratégica.

Las empresas de desarrollo de software deben tener como ventaja competitiva la calidad en sus productos y que cumplan con especificaciones internacionales. Por muy pequeñas que las empresas sean, no se puede sacrificar la calidad. Sin embargo, para las PYMEs es costosa la adopción de estándares y procesos, que les permita desarrollar software a medida para sus clientes con el nivel de detalle que exigen los estándares y procesos formales (Sánchez, 2012).

En estudios realizados, nos muestra algunas cualidades que poseen las PYMES como compromiso, liderazgo, involucramiento, mejoramiento todo esto nos abre la posibilidad de implementar CMMI (Capability Maturity Model Integration).

En consecuencia, se abre la posibilidad de que se pueda crear un marco de referencia de calidad para el aseguramiento de la calidad utilizados en las normas ISO (International Standardization Organization) 9001 y CMMI.

No tener implementado un modelo de calidad en las PYMES le resta competitividad. El problema es que existen una gran variedad de estándares y procesos posibles, y la definición de estos estándares no se ajustan a las dimensiones de una PYME de desarrollo de software.

La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica de la empresa, cuyo diseño e implementación deben estar influenciados por necesidades, objetivos particulares, los servicios suministrados, los procesos empleados, además del tamaño y la estructura de la empresa.

1.2.3 Prognosis

La industria de software es importante al momento de ayudar a aumentar la competitividad de las empresas en los demás sectores industriales.

Si las empresas PYMEs de desarrollo de software no adoptan un marco de referencia de calidad en base a un análisis de los principales procedimientos, estándares y métodos para el aseguramiento de la calidad utilizados en las normas ISO 9001 y CMMI restarán la productividad, aumentarán los costos y disminuirán el proceso de desarrollo de software. En consecuencia, reducirán su competitividad, afectando así al desarrollo del negocio de este tipo de empresas.

Un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI puede disminuir el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software.

1.2.4 Formulación del problema

¿El tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software se optimizará al aplicar un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI?

1.2.5 Interrogantes (Subproblemas)

- ¿Cuáles son las características esenciales de las normas ISO 9001 y CMMI para desarrollar un marco de referencia de calidad para las PYMES de desarrollo de software?
- ¿Se puede adecuar las normas ISO 9001 y CMMI en un marco de referencia de calidad para las PYMES de desarrollo de software?
- ¿El marco de referencia de calidad para las PYMES de desarrollo de software disminuirá el tiempo de desarrollo de los proyectos?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

Campo: Desarrollo empresarial

Área: Innovación basada en tecnología

Aspecto: Marco de referencia de calidad

1.2.6.1 Delimitación espacial:

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga

1.2.6.2 Delimitación temporal:

6 meses

1.2.6.3 Unidades de observación:

Departamento de desarrollo de Software

1.3 Justificación

La producción de software y la prestación de servicios relacionados con actividades económicas son cada vez más importantes. Se debe a que constituye un inyección para el aumento de productividad del país. Para viabilizar que las PYMEs de desarrollo de software utilicen estándares y procesos formales para sus productos, es necesario adecuar dichos estándares y procesos a las especificidades de este sector (Sánchez, 2012).

Existen casos de éxito; empresas que han logrado crecer y ser mejores gracias a la implementación de normas de calidad ISO 9001. Algunos casos de éxito en el mundo son: Macro Ingenieros, Media Networks, Equiver México y Casa Cravioto (Blog de calidad ISO, 2015). Tomando como referencia los casos de éxito empresariales, se considera posible llevar algunas de las experiencias para la implementación en las PYMES ecuatorianas de desarrollo de software.

La certificación ISO 9001 es la norma de gestión de calidad más reconocida en el mundo y está relacionada con los sistemas de gestión de calidad. Se usa en 176 países aproximadamente, por empresas y organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores

público y privado, por fabricantes y proveedores de servicios, en todos los sectores de actividades. Y algunos de sus beneficios son (EKosNegocios, 2015) :

- Establecer una estructura para la mejora continua y la satisfacción del cliente.
- Transferir buenas prácticas gerenciales.
- Crecimiento de los servicios.

CMMI es un modelo de referencia de procesos de software que fue inicialmente diseñado por y para equipos grandes. Sin embargo, otros autores han llevado a cabo una investigación exploratoria con el objetivo de recoger y analizar datos que permitieran indicar si los métodos de desarrollo disciplinados y el CMMI para PYMEs, se ajustan tanto a las necesidades del negocio de las PYMEs como a sus culturas y entornos (Arboleda, Paz, & Casallas, 2013).

Con una adecuada interpretación, la implementación de las prácticas del modelo en la PYME tiene ventajas con relación a grandes organizaciones. La facilidad de involucrar a toda la organización, cambiar prácticas existentes, convencer sobre los beneficios y lograr su aplicación, facilidad de comunicación y pocos niveles de decisión, reduce el tiempo de adopción y simplifican los problemas que se pueden presentar.

Las PYMEs pueden aprovechar su ventaja de poseer mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios y dinámicas para obtener los mejores beneficios en la mejora de sus procesos y aplicación de las prácticas de CMMI. Con el crecimiento y desarrollo tendrán mejores bases para lograr retos superiores.

Al contar con estándares y procesos internacionales, las PYMEs de desarrollo de software tienen la oportunidad de tomar las mejores decisiones. Como resultado, se espera que la calidad de sus productos mejore. De esta forma, estarán en las mejores condiciones para cumplir con sus metas, incrementar su rentabilidad y obtener mejores resultados.

Con la implementación de una propuesta de un marco de referencia de calidad utilizando las normas ISO 9001 y CMMI se pretende optimizar el tiempo en el desarrollo de los

proyectos de software en las empresas PYMEs. Los resultados se medirán con el tiempo que conlleve el desarrollo de los proyectos con y sin propuesta de un marco de referencia de calidad.

Por lo antes expuesto vemos que el presente proyecto de investigación es de interés para las PYMEs lo cual incide en que el mismo sea factible de realizar al disponer de los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMEs de desarrollo de software.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar los marcos de referencia de calidad que se utilizan actualmente en las PYMEs.
- Analizar las diferentes características de las normas ISO 9001 y CMMI.
- Elaborar una propuesta de marco de referencia de calidad aplicando normas ISO 9001 y CMMI que permita optimizar el tiempo de desarrollo de software en las PYMEs.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

El desarrollo de software dentro de nuestro país ha aportado en la generación de empleos y gradualmente en la mejora de la productividad económica del país. Los estándares utilizados para el control de calidad deben estar adaptados a la cultura y a los sectores donde se apliquen.

Luego de efectuar una revisión y análisis bibliográfico, documentos indexados, existen varios trabajos relacionados, pero desde un enfoque diferente al planteado, el cual citamos a continuación:

Según una investigación “La gestión de la calidad en los servicios ISO 9001:2008” recoge las experiencias, metodologías y técnicas desarrolladas en la Implementación de diversos Sistemas de Gestión de la Calidad en varias empresas de confecciones. Con el fin de presentar unos conceptos, técnicas, herramientas, metodologías y programas para la Implementación de un sistema de Gestión de la Calidad en empresas de servicios, con base en la norma ISO 9001. Presenta un trabajo investigativo de más de 6 años, en donde los autores realizaron una síntesis, análisis, contrastación y caracterización de diversas Investigaciones y experiencias desarrolladas por estos, para el diseño e implementación de sistemas de Gestión de la Calidad en diversas empresas, a través de una investigación de carácter cualitativo y descriptivo (Fontalvo & Vergara, 2010).

Para el desarrollo de esta investigación, que derivó en el texto se utilizaron como técnicas la observación directa y la revisión documental de más de 80 proyectos de Investigación dirigidos a través de los grupos de Investigación mencionados previamente (Fontalvo & Vergara, 2010).

En una investigación denominada “Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes” se presenta QualDev-Software

Process Improvement (SPI), una metodología para ayudar a la gerencia de empresas o departamentos de software pequeños y emergentes a implantar el Capability Maturity Model Integration (CMMI). El objetivo de esta metodología es aumentar la competitividad de estos grupos para que ofrezcan mayor calidad en sus productos y tengan mejores indicadores de productividad. La metodología incluye un modelo de mejoramiento organizacional, una matriz de grados de logro de las prácticas y un mapa de ruta que contiene una definición estandarizada de procesos y de las herramientas de apoyo que facilitan su puesta en marcha (Arboleda, Paz, & Casallas, 2013).

Según la Asociación Ecuatoriana de Software (AESOFT), en un Estudio especial de Software contiene información relacionada con el software de América teniendo como aspectos el mercado, comercio con Ecuador, sector servicios, subsector de software, tendencias y reglamentos (Acebo & Núñez, 2017) .

En la Universidad Politécnica Salesiana. En su investigación “Criterios para la adaptabilidad de estándares y modelos de procesos de software en pymes ecuatorianas” contiene un diagnóstico del uso de estándares y procesos de desarrollo en las PYMES de la industria de software ecuatoriana. Se abordan aspectos para la consolidación de las PYMES del sector software ecuatoriano con miras a la internacionalización del sector a fin de exportar como una marca país centrada en la calidad. Se proponen criterios para la selección y adaptación de dichos estándares y procesos para la implantación de los mismos en las PYMES ecuatorianas que desarrollan software (Sánchez, 2012).

En la Universidad Técnica de Ambato, según la investigación, “El sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001:2008 para la empresa PROAGRIP CÍA. LTDA.” En la cual se concluyó que aplicar la ISO 9001 ayudó a llegar a un 84% de los clientes a que estén satisfechos de manera general con los productos de la empresa, ayudando así a mejorar el funcionamiento y control de los procesos (Córdova, 2017).

En la Universidad Técnica de Ambato, según la investigación, “Las normas de calidad ISO 9001:2015 y su relación con la competencia de la empresa Creaciones Luigi de la

ciudad de Ambato” se realizó un estudio de la utilización y aplicación de las normas de calidad ISO 9001:2008 en los procesos de producción, con el objetivo de plantear estrategias que ayuden a incrementar el nivel de ventas y en consecuencia ser más competitiva (Manjarres, 2015).

2.2 Fundamentación filosófica

La presente investigación se enmarca en el paradigma Crítico Propositivo, es crítico porque realiza un análisis crítico del problema, y es propositivo porque busca proponer una solución factible al problema.

2.3 Fundamentación legal

El presente trabajo de investigación se sustenta en las siguientes leyes (Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, 2017):

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN LEGISLACION NACIONAL - ECUADOR

Artículo 3.- Fines. - El presente Código tiene, como principales, los siguientes fines:

2. Promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la innovación y la creatividad para satisfacer necesidades y efectivizar el ejercicio de derechos de las personas, de los pueblos y de la naturaleza;

10. Fomentar el desarrollo de la sociedad del conocimiento y de la información como principio fundamental para el aumento de productividad en los factores de producción y actividades laborales intensivas en conocimiento;

Artículo 131.- Protección de software. - El software se protege como obra literaria. Dicha protección se otorga independientemente de que hayan sido incorporados en un ordenador y cualquiera sea la forma en que estén expresados, ya sea como código fuente; es decir, en forma legible por el ser humano; o como código objeto; es decir, en forma legible por máquina, ya sea sistemas operativos o sistemas aplicativos, incluyendo diagramas de

flujo, planos, manuales de uso, y en general, aquellos elementos que conformen la estructura, secuencia y organización del programa.

Se excluye de esta protección las formas estándar de desarrollo de software.

2.4 Categorías fundamentales

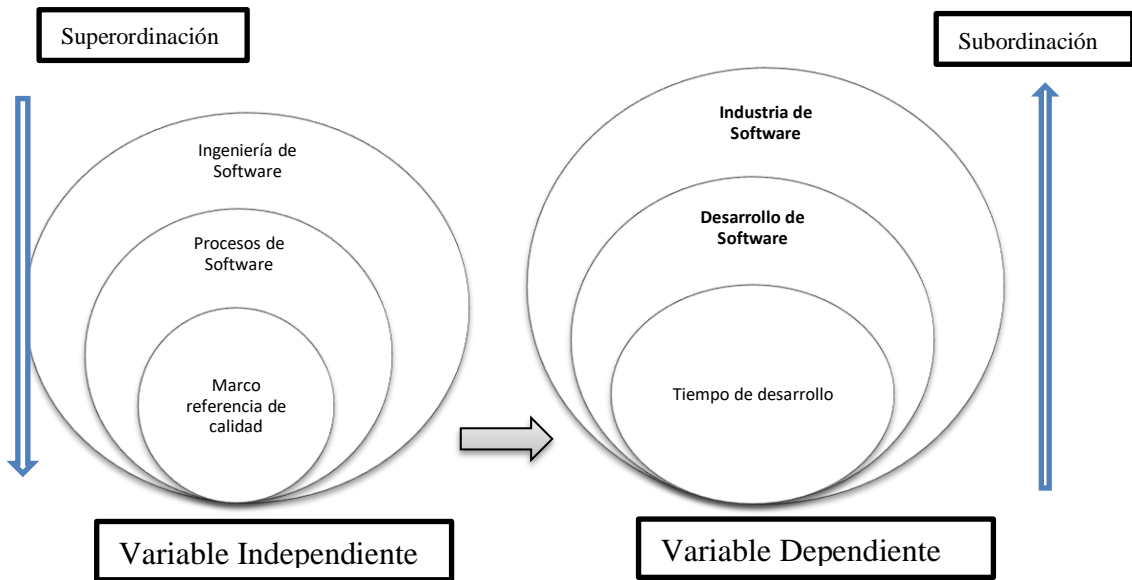


Figura 1 Inclusiones Conceptuales

Elaborado por: Investigador

Constelación de ideas, mándala variable independiente u otros

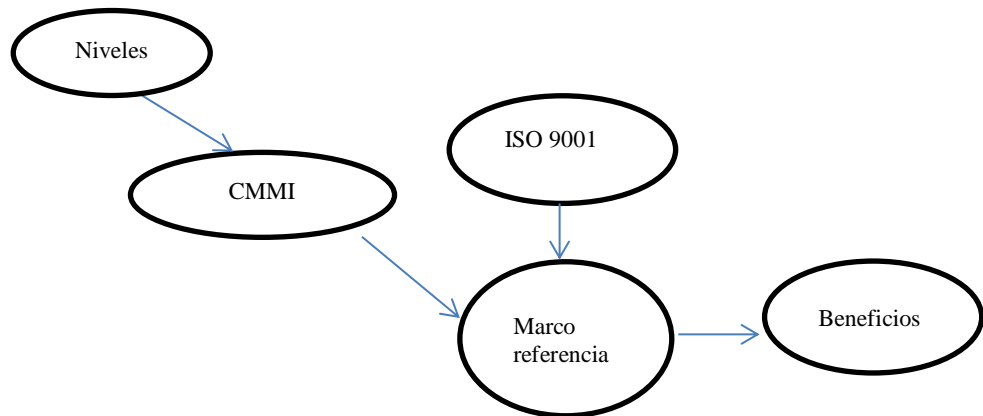


Figura 2 Constelación de ideas de la variable independiente

Elaborado por: Investigador

Constelación de ideas, mándala variable dependiente u otros

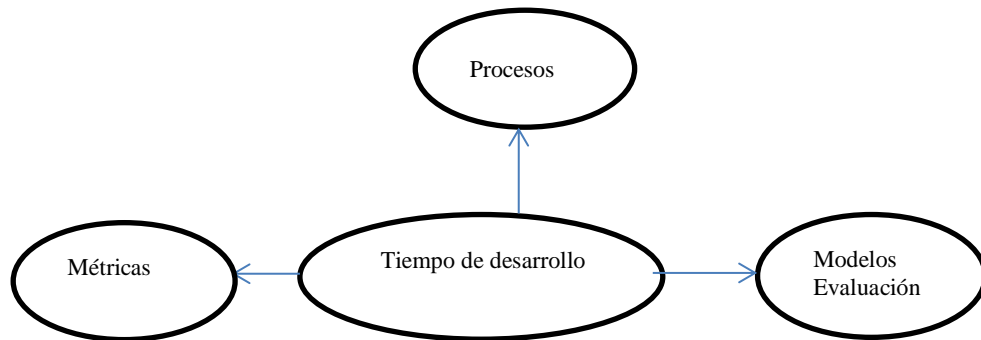


Figura 3 Constelación de ideas de la variable dependiente

Elaborado por: Investigador

2.4.1 Categorías de la variable independiente

- **Ingeniería de software**

La ingeniería del software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza. El software debe escribirse de tal forma que pueda evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes. Éste es un atributo crítico porque el cambio del software es un requerimiento inevitable de un entorno empresarial variable (Sommerville, 2011).

La confiabilidad del software incluye un rango de características que abarcan fiabilidad, seguridad y protección. El software confiable no tiene que causar daño físico ni económico, en caso de falla del sistema. Los usuarios malintencionados no deben tener posibilidad de acceder al sistema o dañarlo (ittgweb, 2016).

El software no tiene que desperdiciar los recursos del sistema, como la memoria y los ciclos del procesador. Por lo tanto, la eficiencia incluye capacidad de respuesta, tiempo de procesamiento, utilización de memoria, etcétera (Sommerville, 2011). El software debe ser aceptable al tipo de usuarios para quienes se diseña.

- **Proceso de software**

Un proceso de software es una serie de actividades relacionadas que conduce a la elaboración de un producto de software. Estas actividades pueden incluir el desarrollo de software desde cero. Sin embargo, las aplicaciones de negocios no se desarrollan precisamente de esta forma. El nuevo software empresarial con frecuencia hoy en día se desarrolla extendiendo y modificando los sistemas existentes, o configurando e integrando el software comercial o componentes del sistema (Sommerville, 2011).

Un modelo de proceso de software es una representación simplificada de este proceso. Cada modelo del proceso representa a otro desde una particular perspectiva y, por lo tanto, ofrece sólo información parcial acerca de dicho proceso (cgn, 2017).

2.4.2 Categorías de la variable dependiente

- **La Industria de software en el Ecuador**

El desarrollo de software dentro de nuestro país ha aportado en la generación de empleos y gradualmente en la mejora de la productividad económica del país.

En el Ecuador, la Asociación Ecuatoriana de Software, AESOFT es una organización privada sin fines de lucro creada en mayo de 1995 en Quito, para monitorear y apoyar a las empresas pertenecientes a la industria de tecnologías de información y comunicación, a fomentar el crecimiento e innovación de productos tecnológicos de calidad (Acebo & Núñez, 2017).

- **Desarrollo de software**

Las empresas dedicadas al desarrollo de software se distribuyen en los siguientes sectores: administrativo, bancario, educativo, salud y contable, aun cuando las cifras disponibles no son exactas, conociéndose que su desarrollo cubre más segmentos de mercado.

En el Ecuador las pequeñas, medianas y grandes empresas, se clasifican utilizando

tres variables principales: personal, valor bruto de ventas anuales, y total de activos. En un estudio se estima que por lo menos el 90% de las empresas de desarrollo de software corresponden a MIPYMES (micro, pequeñas y medianas empresas).

Según un estudio de la Superintendencia de Compañías, en el año 2011 (Sánchez, 2012):

- 633 empresas se dedicaban al desarrollo de software.
- 277 eran micro empresas, 117 pequeñas empresas, 16 medianas empresas y un pequeño número de 7 eran las consideradas grandes empresas.

2.5 Hipótesis

La implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI disminuirá el tiempo de desarrollo de un proyecto en una PYME de desarrollo de software.

2.6 Señalamiento de variables

Variable independiente: Marco de referencia de calidad

Variable dependiente: El tiempo de desarrollo

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

Investigación bibliográfica

La investigación fue bibliográfica porque se apoyó en libros, documentos técnicos, tesis de adaptación de marcos de referencia de calidad, revistas, artículos y leyes existentes para la elaboración del marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para disminuir el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software.

Investigación de campo

La investigación fue de campo porque se buscó obtener información respecto a las normas de calidad para proyectos de desarrollo de software en las PYMES. Además, se buscó profesionales con conocimientos en el tema estudiado.

Investigación experimental

La investigación también fue experimental porque se sometió a un grupo de individuos a determinadas condiciones, para observar los efectos que se producen. Este tipo de investigación experimental permitió realizar las diferentes etapas para el desarrollo de la propuesta de marco de referencia de calidad de las normas ISO 9001 y CMMI, puesto que para elaborarlo debe cumplir con distintos requerimientos. La implementación de la propuesta duró 6 meses.

3.2 Nivel o tipo de investigación

Investigación descriptiva

La investigación fue descriptiva porque se realizó un análisis para llegar a determinar la incidencia que tienen la implementación de un marco de referencia basada en las normas ISO 9001 y CMMI para disminuir el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software

Explicativa

La investigación fue explicativa porque se sustentó la importancia que tienen los marcos de referencia en las PYMES de desarrollo de software para el aseguramiento de calidad.

Investigación correlacional

La investigación fue correlacional porque buscó medir el grado de relación de los marcos de calidad de software y el mejoramiento de competitividad de las PYMES de desarrollo de software.

3.3 Población y muestra

El presente proyecto se trabajó con la población total del Departamento de Desarrollo de la empresa ADS Software Cía. Ltda.

La propuesta se validó en el Departamento de Desarrollo de la empresa ADS Software Cía. Ltda. El Departamento de Desarrollo de la empresa está formado por 8 profesionales, los que participaron directamente en la evaluación experimental de la propuesta. De ellos, 5 son programadores, una persona es administrativa, que gestiona y controla el avance de los desarrollos, otra persona conoce los procesos del sistema y una última persona es quien testea y atiende el proceso de implantación.

Para recolectar información se realizaron 3 tipos de encuestas. La primera encuesta está dirigida a profesionales que tienen experiencia en la industria de software, tanto en la industria como en la docencia para validar la pertinencia de la propuesta (19 profesionales). La segunda encuesta está dirigida a los profesionales involucrados en la implementación en la empresa ADS Software Cía. Ltda. para validar el marco de referencia propuesto (8 profesionales). La tercera encuesta está dirigida a profesionales que tienen experiencia en la industria de software, tanto en la industria como en la docencia para validar la propuesta (30 profesionales).

3.4 Operacionalización de Variables

Variable Independiente

Conceptualización o Descripción	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Es un conjunto de cualidades medibles y específicas de un producto que varía de un sistema a otro, en el cual el usuario puede percibir que el software desarrollado satisface sus requerimientos y expectativas.	<ul style="list-style-type: none">- CMMI- ISO 9001	<ul style="list-style-type: none">- Factores- Procesos	<ul style="list-style-type: none">- Percepción del usuario	<ul style="list-style-type: none">- Encuesta- Observación

Tabla 1 Marco referencia de calidad

Elaborado por: Investigador

Variable Dependiente

Conceptualización o Descripción	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Es un período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.	<ul style="list-style-type: none">- Bajo- Medio- Alto	<ul style="list-style-type: none">- Horas	<ul style="list-style-type: none">- Tiempo	<ul style="list-style-type: none">- Observación- Encuesta

Tabla 2 Tiempo de desarrollo

Elaborado por: Investigador

3.5 Plan de recolección de información

La técnica a emplearse fue la encuesta para lo que fue necesario utilizar como instrumento el cuestionario a través de preguntas cerradas, lo que ayudó a la obtención más concreta de la información.

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
¿De qué personas u objetos?	Expertos académicos y del área empresarial
¿Sobre qué aspectos?	Herramientas que aporten productividad en proyectos de software
¿Quién, Quiénes?	Investigador: Ing. Silvia Verónica Trávez Corrales
¿Cuándo?	Segundo trimestre del 2018
¿Dónde?	Latacunga, Ambato
¿Cuántas veces?	Una
¿Qué técnicas de recolección?	Encuesta Entrevista Datos Estadísticos
¿Con qué?	Cuestionario Inspecciones
¿En qué situación?	Con profesionalismo investigativo, absoluta confidencialidad y reserva en el Departamento de Desarrollo.

Tabla 3 Recolección de la Información

Elaborado por: Investigador

3.6 Plan de Procesamiento de Información

- Revisión crítica de la información recogida; es decir limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente y otras fallas.
- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales para corregir errores de contestación.
- Tabulación o cuadros variables de la hipótesis y objetivos.

- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente que no influyen significativamente en los análisis).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

Análisis de Resultados

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de los resultados con apoyo del marco teórico en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis para la verificación estadística.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

Para el análisis e interpretación de resultados se realizó la encuesta a profesionales que tienen experiencia en la industria de software, tanto en la industria como en la docencia. La encuesta es elaborada por la investigadora quien formuló las preguntas tomando en cuenta la problemática en análisis. Las preguntas se calificaron de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor calificación para los siguientes ítems.

Pregunta 1

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software?

	Años
Promedio	16,53

Tabla 4 Promedio experiencia en la industria de software

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El promedio de años de experiencia de los encuestados en la industria del software de los profesionales es de 16.53 años. Esto evidencia que son personas que poseen conocimientos del proceso de desarrollo.

Pregunta 2

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la docencia?

	Años
Promedio	8,74

Tabla 5 Promedio de experiencia en la docencia

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El promedio de años de experiencia en la docencia de los encuestados es de 8.74 años. Se evidencia que son profesionales con un fundamento teórico en los temas relacionados con la gestión de empresas de software.

Pregunta 3

¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleva su despliegue y uso?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	1	0	2	5	11	19
Porcentaje (%)	5%	0%	11%	26%	58%	100%

Tabla 6 Gestión de los proyectos mejora la gestión a pesar del tiempo de despliegue

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

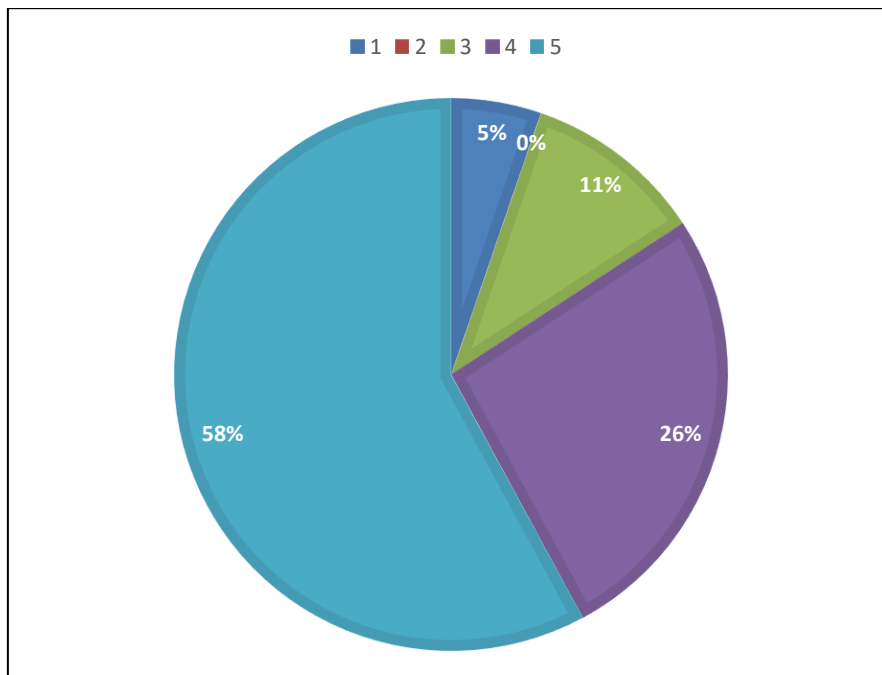


Figura 4 Gestión de los proyectos mejora la gestión a pesar del tiempo de despliegue

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: A pesar del tiempo que conlleva su despliegue y uso de una herramienta de gestión de tareas, el 58% y 26% de los encuestados calificaron con puntuaciones altas (4 y 5), evidenciando así que están de acuerdo que si se incorpora en una pequeña empresa de desarrollo de software se mejorará la gestión de los proyectos.

Pregunta 4

¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleva su despliegue y uso?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	0	4	14	19
Porcentaje (%)	0%	5%	0%	21%	74%	100%

Tabla 7 Control de proyectos mejora la coordinación a pesar del tiempo de despliegue

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

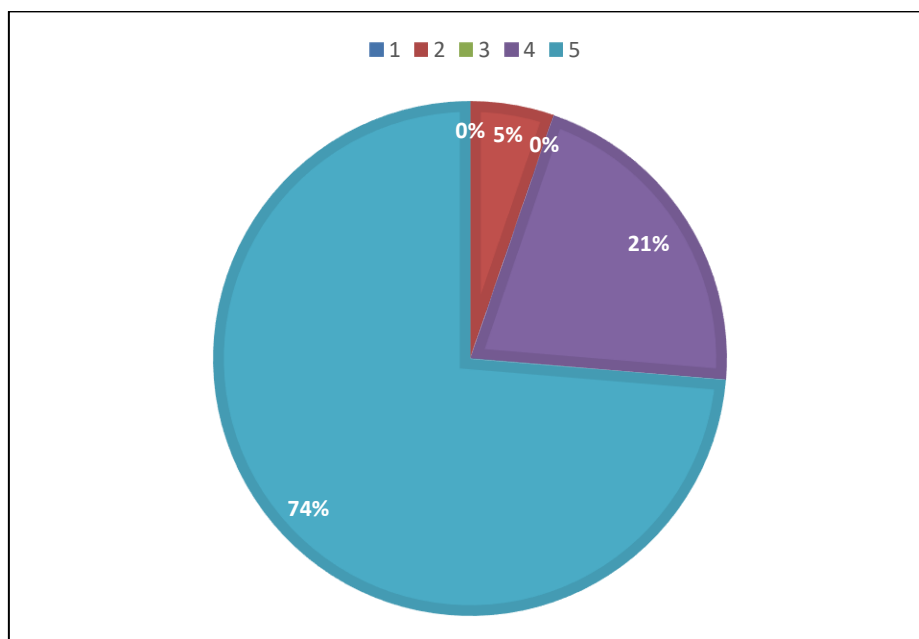


Figura 5 Control de proyectos mejora la coordinación

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 74% y el 21% de la población encuestada votaron con puntuaciones altas (4 y 5), lo que se evidencia que están de acuerdo que, se puede mejorar la coordinación de equipos de trabajo en una pequeña empresa de desarrollo de software si utiliza una herramienta de control de proyectos, así conlleva tiempo para su uso y despliegue.

Pregunta 5

¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en una **pequeña empresa de desarrollo de software** permitirá elevar el conocimiento de los programadores, a pesar del tiempo que conlleva su uso?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	1	8	9	19
Porcentaje (%)	0%	5%	5%	42%	48%	100%

Tabla 8 Gestión de Aprendizaje eleva el conocimiento a pesar del tiempo de uso

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

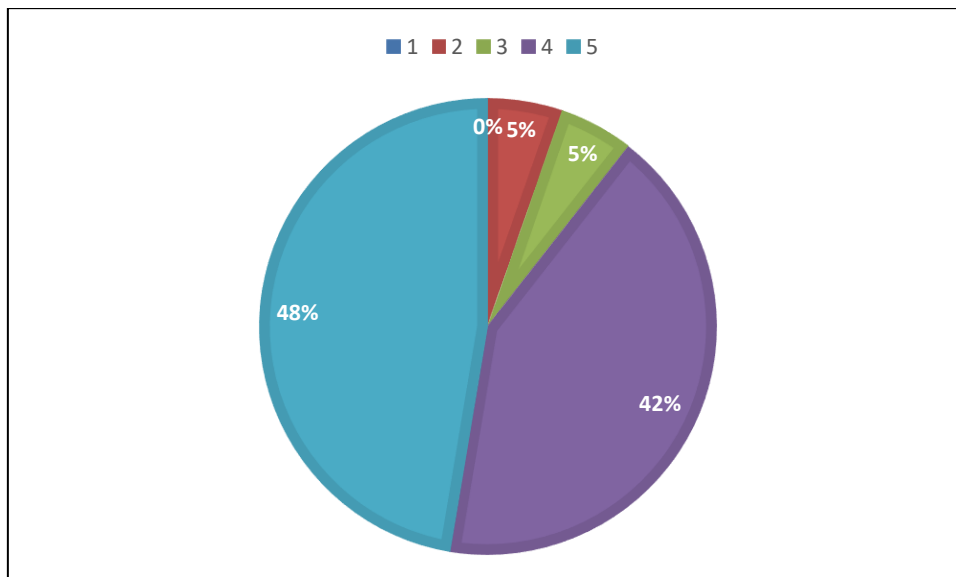


Figura 6 Gestión de Aprendizaje eleva el conocimiento a pesar del tiempo de uso

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: De acuerdo al gráfico, podemos observar que del 100% de la población encuestada del 48% y 42% califican con valores altos (4 y 5) la utilización de una herramienta de gestión de aprendizaje, a pesar del tiempo que conlleve su uso en una pequeña empresa de desarrollo de software, afirmando así que permitirá elevar el conocimiento de los programadores.

Pregunta 6

¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permitirá la creación de contenido de calidad en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleve su implementación?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	1	1	5	6	6	19
Porcentaje (%)	5%	5%	26%	32%	32%	100%

Tabla 9 Sitio web creación contenido a pesar del tiempo de su implementación

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

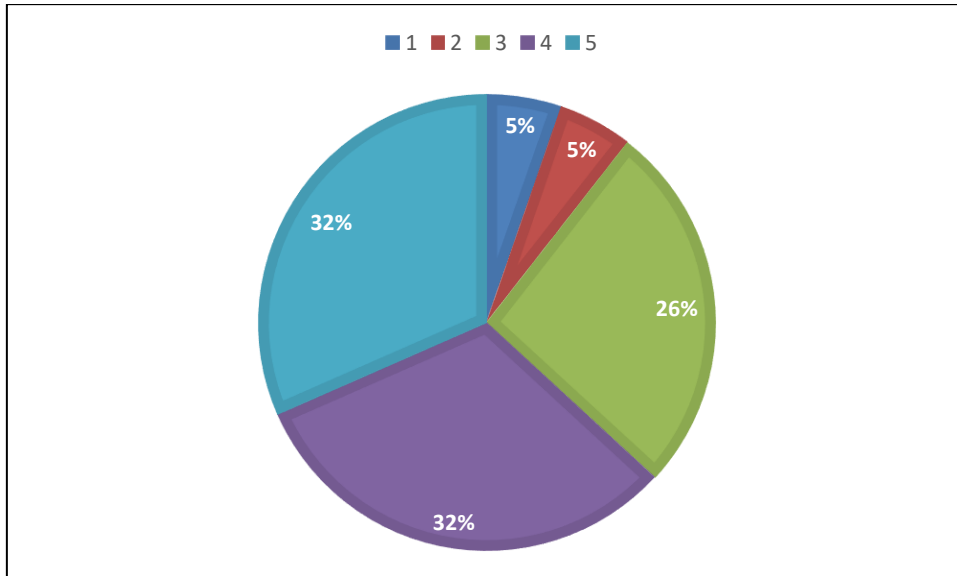


Figura 7 Sitio web creación contenido a pesar del tiempo de su implementación

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que, la calificación 4 y 5 dan un total de 64% de profesiones que consideran importante tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, en la que se podrá crear un contenido de calidad en una pequeña empresa de desarrollo de software, a pesar del tiempo que conlleva su implementación.

Pregunta 7

¿Considera usted que documentar los procesos que impactan una **pequeña empresa de desarrollo de software** permitirá que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	5	14	19
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	26%	74%	100%

Tabla 10 Documentar los procesos impactan

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

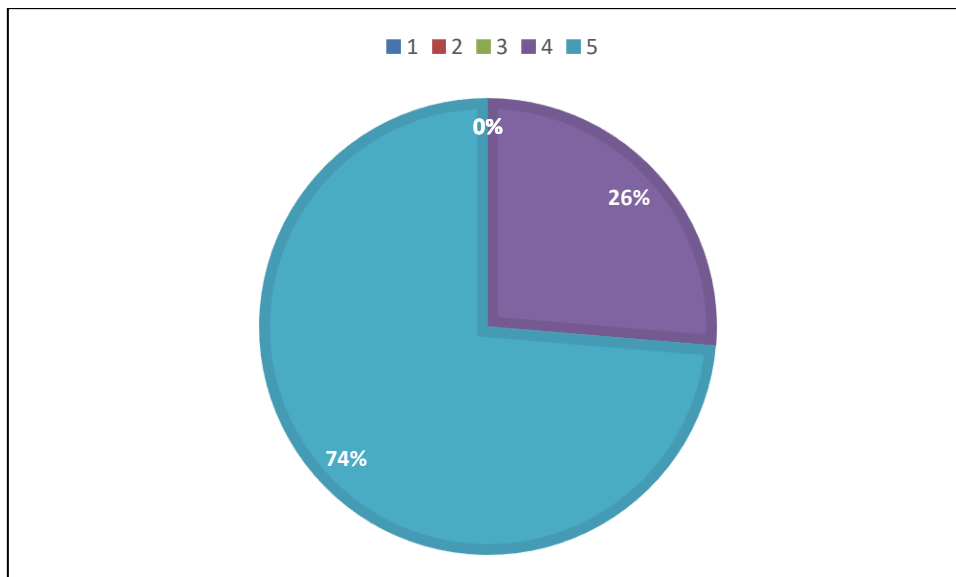


Figura 8 Documentar los procesos impactan

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 100% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), en la cual se puede evidenciar que, están de acuerdo que documentar los procesos que impactan a una pequeña empresa de desarrollo de software permitirá que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades.

Pregunta 8

¿Considera usted que utilizar normas de codificación en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, permitirá que el programador optimice su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	3	15	19
Porcentaje (%)	0%	0%	5%	16%	79%	100%

Tabla 11 Utilizar normas de codificación optimiza el tiempo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

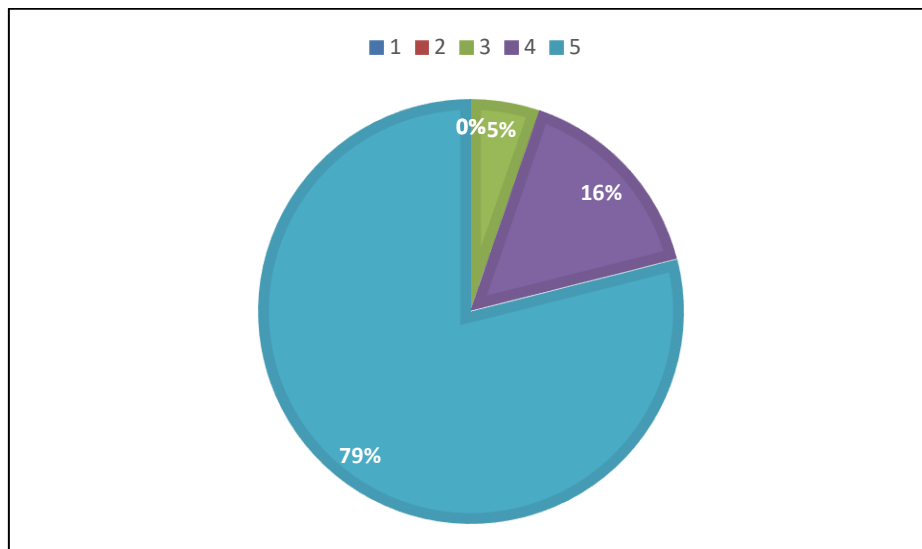


Figura 9 Utilizar normas de codificación optimiza el tiempo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: Según los resultados obtenidos se puede evidenciar que el 79% están de acuerdo que utilizar normas de codificación permitirá que el programador optimice su tiempo al desarrollar un módulo.

Pregunta 9

¿Considera usted que es importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de software en una **pequeña empresa de desarrollo de software**?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	4	15	19
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	21%	79%	100%

Tabla 12 Importancia del control de proyectos de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

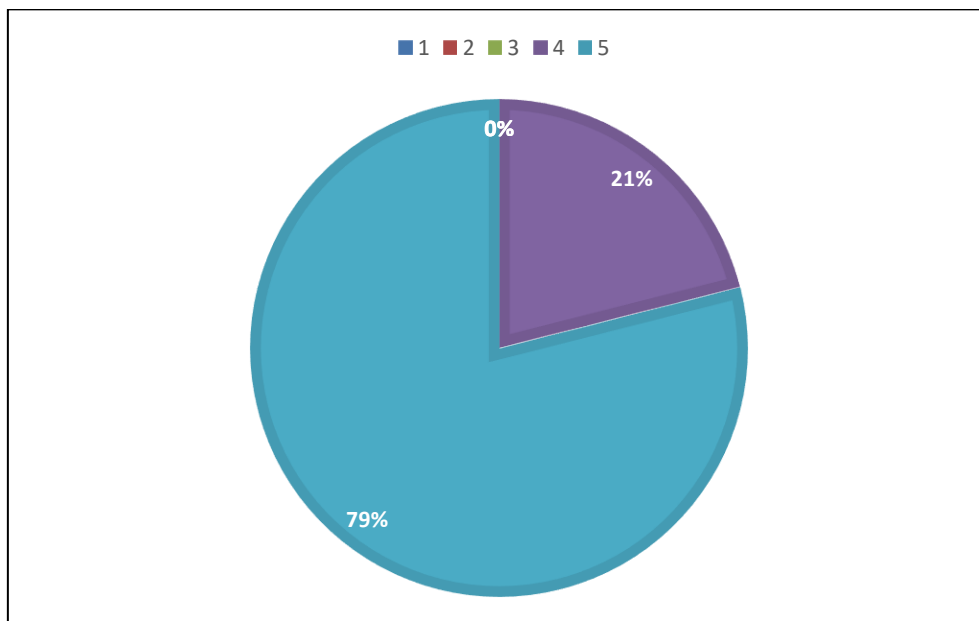


Figura 10 Importancia del control de proyectos de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 100% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), lo que se evidencia que los profesionales consideran de vital importancia llevar un control de los proyectos de desarrollo de software y de esta manera gestionar las tareas.

Pregunta 10

¿Considera usted importante que una **pequeña empresa de desarrollo de software** incorpore normas internacionales como ISO 9001 y CMMI para mejorar la calidad del software, a pesar del tiempo que conlleve su implementación?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	2	1	8	8	19
Porcentaje (%)	0%	11%	5%	42%	42%	100%

Tabla 13 Importancia de las normas para mejorar la calidad

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

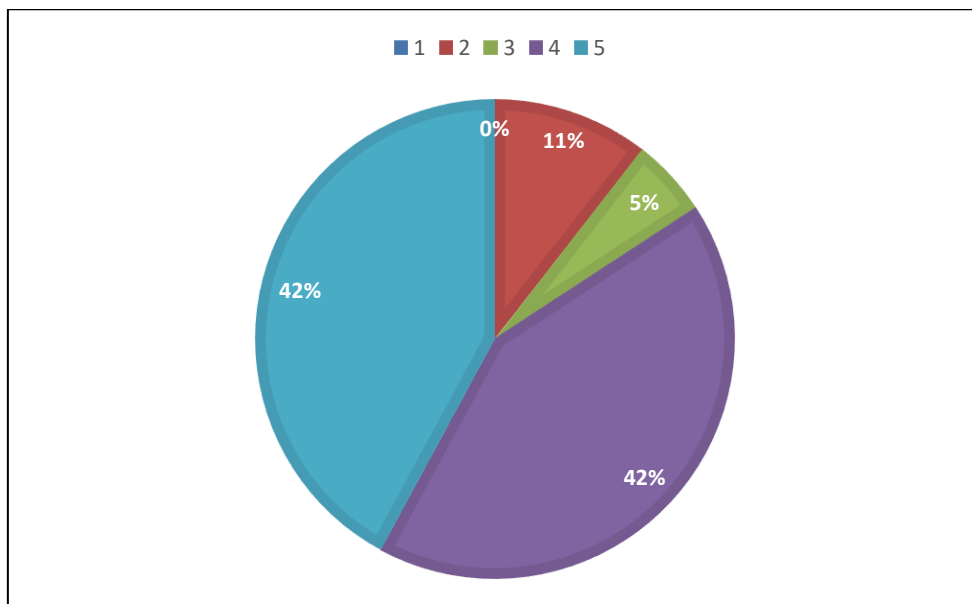


Figura 11 Importancia de las normas para mejorar la calidad

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 84% de los encuestados consideran importante que una pequeña empresa de desarrollo de software incorpore normas internacionales como ISO 9001 y CMMI para mejorar la calidad del software, a pesar del tiempo que conlleve su implementación. Solo el 11% de los profesionales encuestados no consideran que tenga un impacto.

Pregunta 11

¿Considera que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI disminuirá el tiempo de desarrollo en el desarrollo de un proyecto de software en una **pequeña empresa de desarrollo de software**?

Descripción	Si	No	Total
Frecuencia	18	1	19
Porcentaje (%)	95%	5%	100%

Tabla 14 Marco de referencia disminuye el tiempo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

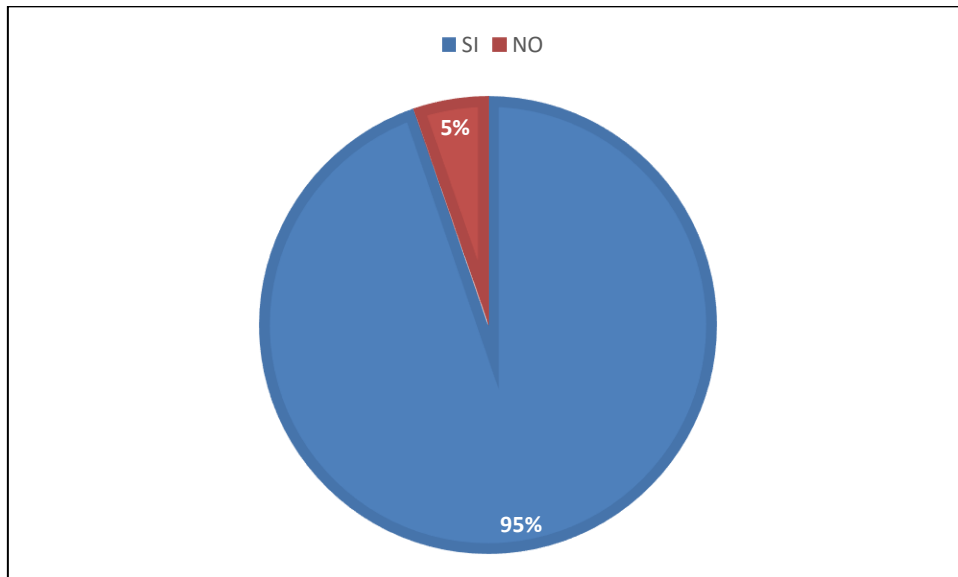


Figura 12 Marco de referencia disminuye el tiempo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que el 95% están totalmente de acuerdo que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI optimizará el tiempo en el desarrollo de un proyecto de software en una pequeña empresa de desarrollo de software. Apenas el 5% que equivale a una persona opinó lo contrario.

4.2 Interpretación de datos

El promedio de experiencia de los profesionales encuestados es de 16.53 años en la industria del software y 8,74 años en la docencia, por lo que se le considera como personas expertas en el área.

La mayoría de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), que en total es el 89% del total de los profesionales encuestados, lo que da a entender que están de acuerdo que, si una empresa pequeña de desarrollo de software incorpora herramientas, del tipo que se mencionan, en el proceso de desarrollo se tendrá un impacto en la productividad de los programadores.

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	2	5	10	43	92	152
Porcentaje (%)	1%	3%	7%	28%	61%	100%

Tabla 15 Resumen de respuestas de la encuesta a profesionales (Preguntas 3-10)

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Haciendo un análisis global de la dispersión de las respuestas (Ver **Tabla 15**), se comprueba que existe una tendencia marcada a que la respuesta esté entre los valores 4 y 5, lo que indica que los criterios medidos tienen una homogeneidad y que se les da importancia por los expertos consultados aun cuando en la encuesta se insistió en el costo que implica el tiempo de implantación de estas herramientas para una pequeña empresa de desarrollo de software.

4.3 Verificación de hipótesis

Con miras a comprobar la hipótesis se aplicó la encuesta detallada anteriormente a profesionales expertos con relación a la industria de software y la docencia.

La hipótesis se acepta con la última pregunta. El resto de las preguntas apoyan la forma en que se pretende el cómo de las normas para disminuir el tiempo de desarrollo de un proyecto en una pequeña empresa de desarrollo de software, es decir, que el resto de

preguntas justifican el enfoque de la propuesta (no permiten aceptar ni rechazar la hipótesis de investigación).

Con los resultados obtenidos de la última pregunta se pudo verificar que la hipótesis se cumple tomando en cuenta la tabulación de los datos. La pregunta relacionada directamente con la hipótesis nula de la presente investigación fue:

“¿Considera que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI disminuirá el tiempo en el desarrollo de un proyecto de software en una **pequeña empresa de desarrollo de software?**”

Para esta pregunta, solo un experto respondió que no. Sin necesidad de un estadígrafo, es evidente que en opinión de los expertos consultados se comprueba la hipótesis planteada. A continuación, se discute el resultado utilizando estadística descriptiva, al no considerar necesario aplicar un test de normalidad y chi-cuadrado o un estadístico no paramétrico, en dependencia del resultado que se obtuviera.

El 95% de los expertos confirmó que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI disminuirá el tiempo en el desarrollo de un proyecto de software en una pequeña empresa de desarrollo de software.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos, se concluye que es viable que una pequeña empresa de desarrollo de software incorpore normas internacionales como ISO 9001 y CMMI a través de los mecanismos mencionados en la encuesta para mejorar la calidad del software.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se considera que las personas involucradas en el estudio llevado a cabo son expertos en el área de interés por su experiencia en la industria de software y la docencia. Luego de analizar la información obtenida de las encuestas, se concluye que la utilización de herramientas de gestión de tareas, control de proyectos y gestión de aprendizaje, además de contar con normas de codificación bien definidas:

- Garantiza el éxito de las operaciones de una PYME de desarrollo de software a pesar del tiempo que conlleve su implementación o costo de adquisición, personalización y despliegue.
- Constituye una forma válida para definir un marco de referencia de calidad del desarrollo de software por PYMEs basado en las normas ISO 9001 y CMMI.
- La implementación de un marco de referencia de calidad permitirá documentar otros procesos vitales para el funcionamiento de la organización.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que las PYMEs de la industria de software utilicen los criterios de calidad para adoptar estándares y procesos que habiliten la mejora de la calidad de los productos de software.
- Se recomienda que la industria y la academia trabajen en conjunto para definir una estrategia para formar talento humano acorde a las necesidades actuales del mercado.
- Las instituciones superiores deberían contar con un enfoque para que los nuevos profesionales tengan conocimiento para que las empresas donde trabajen busquen consolidar el mercado internacional por medio de certificaciones que avalen los productos de mejor calidad.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

6.1.1 Título de la propuesta

Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para disminuir el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software.

6.1.2 Institución ejecutora

ADS Software Cía. Ltda.

6.1.3 Beneficiarios

Departamento de desarrollo.

6.1.4 Ubicación

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Av. Unidad Nacional y Gabriela Mistral.

6.2 Antecedentes de la propuesta

ADS Software Cía. Ltda. es una empresa ecuatoriana con 16 años de experiencia en el mercado que provee soluciones informáticas funcionales y adaptables a los continuos cambios empresariales, para satisfacer las necesidades de los clientes.

La visión de la empresa es consolidarse como líderes en el mercado de software de gestión para PYMES en el año 2021, ofreciendo soluciones integrales e innovadoras acorde a los avances y tendencias tecnológicas.

Su producto estrella es Fenix, la cual es un sistema comercial contable enfocado en brindar una solución inmediata a los problemas de procesamiento y obtención de resultados del área Contable, Financiera y Tributaria, vital para las empresas (PYMES), optimizar las tareas diarias, aprovechar el tiempo, alcanzar un mayor rendimiento profesional, generar nuevos ingresos y acceder a potenciales clientes.

ADS Software Cía. Ltda. es una pequeña empresa de desarrollo de software que posee 27 trabajadores, su nicho de mercado son las PYMES del Ecuador a las que se les ofrece desarrollos de software a medida.

En la empresa se realiza desarrollos de software de gestión empresarial. Su duración es de 1 a 4 semanas. Son aplicaciones de escritorio en red para las que, en los últimos dos años se han desarrollado módulos muy diversos, teniendo en cuenta las características específicas de los clientes.

En la empresa tiene un Departamento de Desarrollo con 5 programadores que, por lo general, trabajan cada uno en un proyecto con cierta independencia, una persona administrativa que gestiona y controla el avance de los desarrollos y una persona que conoce los procesos del sistema. Cada programador es encargado de desarrollar un módulo, una vez culminado es entregado a un técnico para la validación.

Para algunos de los módulos no existe documentación de los procesos de desarrollo, los tiempos estimados para el desarrollo no se cumplen y no existe un estilo de código estandarizado para la empresa.

Además, en el Departamento de Desarrollo se evidencia que no está consolidado un proceso de gerencia informática que permita gestionar la tecnología, procesos, estándares y buenas prácticas reconocidas por la industria. Por sus características, esta empresa resulta idónea para llevar a cabo la propuesta de investigación en cuestión.

6.3 Justificación

La industria de software a nivel mundial representa una actividad económica importante; está formada en mayor medida por la PYME de desarrollo de software, que supone cerca del 90% de los negocios formales en esta área y generalmente el 40% y el 50% del empleo total (Calvo, y otros, 2008).

Según una publicación del proyecto “Estudios Industriales”, iniciativa impulsada por ESPAE Graduate School of Management de la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL manifiesta que en Ecuador la industria de software genera ventas del orden de USD 500 millones. La industria local, integrada por alrededor de 700 empresas, está conformada mayormente por PYMEs. En 2015 proporcionó empleo a más de 10 mil personas, principalmente desarrolladores (35%) e implementadores (24%) (Acebo & Núñez, 2017).

ADS Software Cía. Ltda. es una empresa de desarrollo de software que brinda soluciones empresariales en servicios informáticos y administrativos enfocados en PYMEs. La incorporación de un marco de referencia de calidad utilizando las normas internacionales como ISO 9001 y CMMI en la empresa de desarrollo ADS Software Cía. Ltda. es una decisión estratégica que mejora la calidad del software y el tiempo en el desarrollo de los proyectos de software.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo general

Construir un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI adaptable al funcionamiento de PYMES de desarrollo de software

6.4.2 Objetivos específicos

- Determinar aspectos de las normas ISO 9001 y CMMI que impactan en el tiempo de desarrollo de software de PYMES de desarrollo de software.
- Definir un marco de referencia de calidad adaptable a las PYMES de desarrollo de software.
- Validar la propuesta de solución en la empresa ADS Software Cía. Ltda.

6.5 Análisis de factibilidad

6.5.1 Factibilidad técnica

Técnicamente es factible de realizar este proyecto ya que se cuenta con los recursos tecnológicos requeridos, haciendo referencia a la infraestructura, herramientas tecnológicas o software, acceso a datos e información requerida.

6.5.2 Factibilidad operativa

El proyecto es factible operativamente porque cuenta con el apoyo de quienes están al frente del área de desarrollo de software, así del área administrativa y gerencia, por lo que se puede tener la apertura necesaria con el personal de la empresa ADS Software Cía. Ltda. y se podrá solicitar la información necesaria para el presente proyecto.

6.5.3 Factibilidad económica

Cabe mencionar que económicamente el marco de referencia aplicando normas ISO 9001 y CMMI es factible, porque los costos que implican el análisis, estudio, tiempo empleado en estos temas son asumidos por la investigadora.

6.6 Fundamentación

El desarrollo de software con calidad es una necesidad que tienen las PYMEs de desarrollo de software, es por ello que las empresas buscan una alternativa en la mejora continua de sus procesos clave mediante una estrategia de calidad que incluya la implantación de algún modelo o estándar de calidad formal y reconocido. (González, León, Hernández, & Medina, 2014). Las PYMEs de software actualmente constituyen un sector muy importante en el crecimiento informático del país, pero por su organización y tamaño tienen dificultades para acceder a certificaciones de calidad (Llaneza, Dapozo, & Greiner, 2013).

6.6.1 Sistema de gestión de la calidad

La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una Organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (Nueva ISO 9001:2015, 2015).

Al menos existen dos tipos de medidas de calidad que están bien diferenciadas:

- 1) Calidad del proceso.
- 2) Calidad del producto.

Calidad del proceso: recogerán durante el desarrollo de los proyectos, datos respecto de los niveles de cumplimiento de los estándares y metodología. En ocasiones, la calidad del proceso software puede venir determinada por medidas que en principio pueden estar dirigidas hacia el cumplimiento de otros objetivos, como pueden ser el tamaño, los esfuerzos y la duración o plazos (Sanchis, 2012).

Calidad del producto: esta está relacionada indirectamente también al proceso. Identificar los problemas y defectos de los productos de software es útil tanto para ayudar a determinar las deficiencias dentro del proceso de desarrollo (Sanchis, 2012). A continuación, se describe la evolución histórica de los enfoques de calidad (Ver Tabla 16):

Característica	Inspección (Antes de 1930)	Control estadístico de la Calidad (1930 – 1950)	Aseguramiento de la calidad (1950 – 1980)	Gestión estratégica de la calidad (1980 – Actualidad)
Interés	Detección	Control	Coordinación	Impacto estratégico
Enfoque	Detección de problemas	Solución de problemas	Prevención de problemas	Competitividad
Énfasis	Uniformidad del producto	Uniformidad del producto con inspección reducida	Ciclos completos de producción	Necesidades de los mercados y los clientes
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración • Medición 	Herramientas y técnicas estadísticas	Sistemas de Información	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación estratégica • Metas claras • Compromiso de toda la organización
Responsable	Departamento de Inspección	Departamentos de Ingeniería y Manufactura	Todas las áreas	Todas las áreas con fuerte liderazgo de la alta dirección
Orientación y Proyección	Inspección	Control	Desarrollo	Gestión

Tabla 16 Evolución histórica de los enfoques de calidad

Fuente: (Valdivia & Valdivia, 2005)

6.6.2 Modelos de calidad

Un artículo presenta un análisis de similitudes entre cuatro modelos de calidad en el que identifican de mejores prácticas para la gestión de calidad en pequeños entornos. Los modelos incluidos en el estudio corresponden al modelo CMMI para el desarrollo, el modelo PMBOK, el modelo ISO 9001 y el estándar IEEE 12207 (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015).

La Tabla 18 muestra los modelos seleccionados como candidatos (columnas), los criterios aplicados (filas) cumplimiento de cada criterio de selección. A estos cinco modelos, se les aplicaron los criterios definidos en la Tabla 17.

Criterios específicos para la selección de modelos
El estándar o modelo proporciona información actualizada.
Relevancia de la institución proponente.
Enfoque de la propuesta en términos de calidad de los productos desarrollados.
Enfoque de la propuesta en términos de la calidad del proceso seguido.
Mayor permeabilidad de la propuesta en términos de otros procesos o buenas prácticas

Tabla 17 Criterios específicos para la selección de modelos

Fuente: (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015)

En esta Tabla 18, la “H” representa un alto grado de cumplimiento del criterio, “M” representa que el criterio se cumple parcialmente y “L” significa que el criterio no se satisface lo suficiente. Como se puede evidenciar el CMMI y las ISO 9001 tienen un nivel alto de cumplimiento de los criterios, por consecuencia serán tomados para la realización del marco de referencia de calidad (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015).

Criterios	CMMI	ISO 9001	PMBOK	IEEE 12207
Proporciona información actualizada.	H	M	M	M
Relevancia de la institución proponente.	H	H	H	H

Enfoque de la propuesta en términos de calidad.	H	H	M	H
Enfoque de la propuesta en términos de la calidad proceso.	H	H	H	H
Mayor permeabilidad de la propuesta en términos de otros procesos o buenas prácticas.	H	H	H	M

Tabla 18 Cumplimiento de los criterios de selección

Fuente: (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015)

Project Management Body of knowledge

PMBOK es un modelo de referencia que abarca procesos de gestión de proyectos, herramientas y técnicas. Proporciona un conjunto de los procesos de negocio de alto nivel para todas las industrias, definiendo la calidad como uno de los procesos más importantes (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015).

Los macroprocesos de la guía PMBOK

La guía PMBOK identifica 5 macroprocesos en los que se incluyen los 47 procesos estándares que intervienen en cualquier proyecto (EAE, 2017):

- **Inicio:** conformado por 2 procesos menores, cuyo fin es definir un nuevo proyecto o una nueva fase de ejecución del mismo, y obtener la autorización necesaria para llevarlo a cabo.
- **Planificación:** este macroproceso incluye 24 procesos destinados a la concreción y el establecimiento de objetivos, y al diseño de las estrategias más adecuadas para lograr su consecución.
- **Ejecución:** incluye 8 procesos implicados en el correcto desempeño, acorde a la estrategia adoptada, de las actividades definidas en el proyecto para la consecución de los fines establecidos.
- **Control y monitorización:** once procesos se inscriben en este macroproceso, todos ellos relacionados con la supervisión y la evaluación del desempeño del proyecto.
- **Cierre:** último macroproceso, formado por dos procesos menores, que cierra el proyecto en su totalidad o alguna fase del mismo refiriendo el grado de aceptación y la satisfacción con el resultado obtenido. Las áreas de conocimiento de la

dirección de proyectos son diez:

- Gestión de la integración
- Gestión del alcance
- Gestión del tiempo
- Gestión del costo
- Gestión de la calidad
- Gestión de adquisiciones
- Gestión de recursos humanos
- Gestión de las comunicaciones
- Gestión de riesgos
- Gestión de los interesados

IEEE 12207- Standard for Information Technology Software Life Cycle Processes

Es conjunto de procesos definidos para facilitar la comunicación entre compradores, proveedores y otros involucrados en el ciclo de vida de un producto software. Ofrece una orientación para los procesos en busca de la calidad (Vega, Gasca, & Echeverry, 2015).

La Norma ISO/IEC 12207, fue la primera norma internacional que proporcionó un amplio conjunto de procesos de ciclo de vida del software, el cual forma parte de un sistema mayor, se realizó su primera publicación el 1 de agosto de 1995, la misma que fue precedido en noviembre del 2002 por la norma ISO/15288 que trata los procesos del ciclo de vida de un sistema. Según esta norma, el software y sus procesos de diseño, no deben estar desvinculados de los sistemas, por el contrario, deben ser tomados como una parte integral de los procesos de diseño de sistemas (Gallegos & Ortiz, 2011).

Los procesos se clasifican en tres tipos: Principales, de soporte y de la organización. Los procesos de soporte y de organización deben existir independientemente de la organización y del proyecto ejecutado. Los procesos principales se instancian de acuerdo con la situación particular.

Norma ISO 9001

La Norma ISO 9001 se ha convertido en la base de los sistemas de gestión de la calidad más implementados a nivel mundial, ya que es una norma internacional que centra sus fundamentos en los principios de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema eficaz que le permita administrar y mejorar la calidad de sus bienes o servicios (Normas9000, 2017).

Los principios de la gestión de la calidad son (Normas9000, 2017):

- Enfoque al cliente.
- Liderazgo.
- Compromiso de las personas.
- Enfoque a procesos.
- Mejora.
- Toma de decisiones basada en la evidencia.
- Gestión de las relaciones.

La norma ISO 9001 promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) (Ver Figura 13). El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) puede describirse brevemente como sigue:

- **Planificar:** establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades.
- **Hacer:** implementar lo planificado.
- **Verificar:** realizar el seguimiento, la medición de los procesos, los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.
- **Actuar:** tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

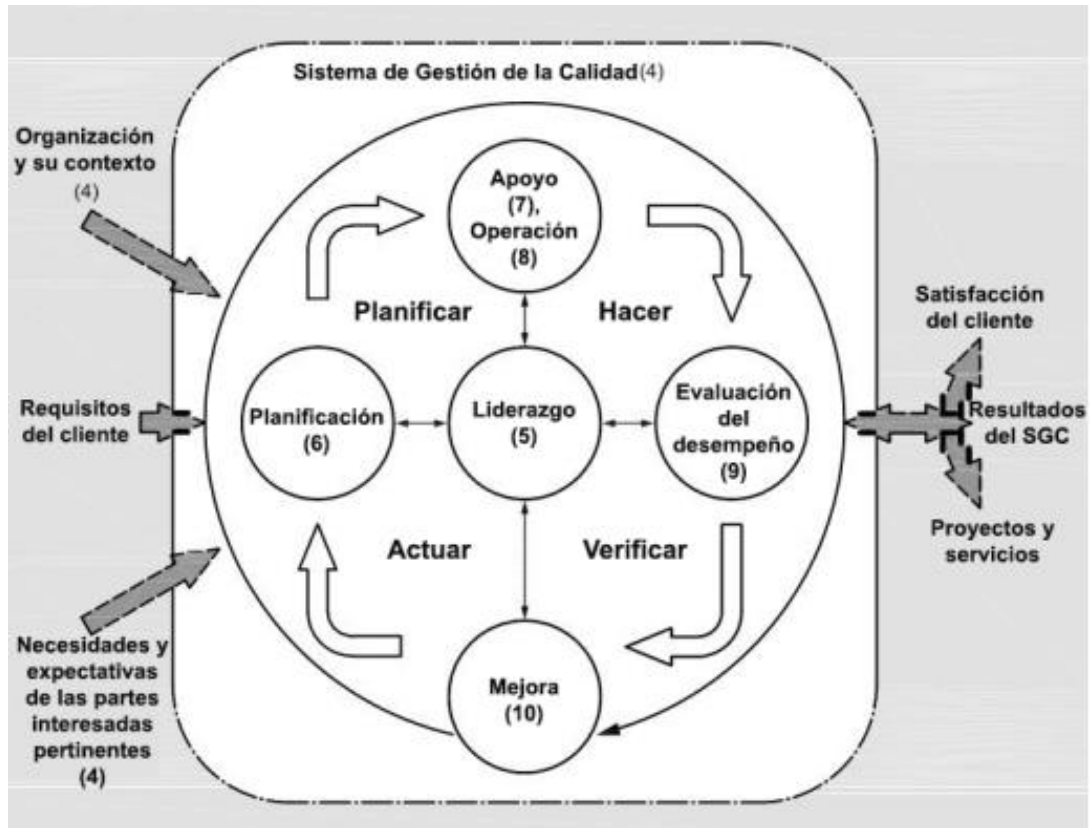


Figura 13 Representación de la estructura de la Norma con el ciclo PHVA

Fuente: (Normativa ISO 9001, 2015)

Elaborado por: Investigador

CMMI

El Software Engineering Institute (SEI), en sus investigaciones para ayudar a las organizaciones a desarrollar y mantener productos y servicios de calidad, ha identificado varias dimensiones en las que una organización puede centrarse para mejorar su actividad. Las tres dimensiones críticas donde normalmente se centran las organizaciones (Ver Figura 14): las personas, los métodos y procedimientos, y el equipamiento y herramientas (CMMI, 2010).

CMMI para Desarrollo consta de buenas prácticas que tratan las actividades de desarrollo aplicadas a productos y servicios; aborda las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto desde la concepción hasta la entrega y el mantenimiento (CMMI, 2010).

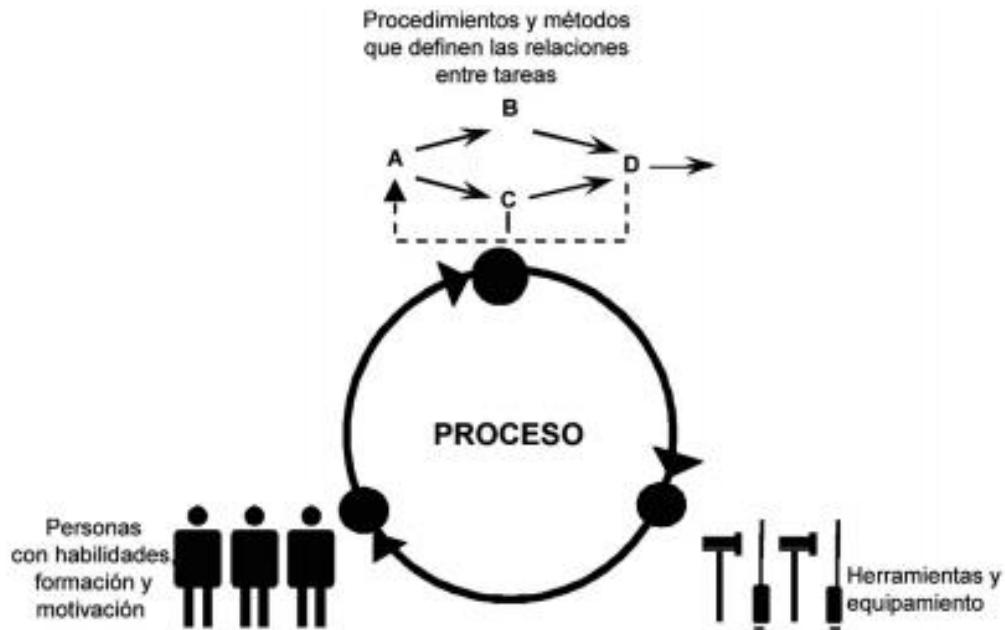


Figura 14 Tres dimensiones críticas donde se centran las organizaciones

Fuente: (CMMI, 2010)

Elaborado por: Investigador

CMMI-DEV contiene 22 áreas de proceso. De esas áreas de proceso, 16 son áreas de proceso base, 1 es un área de proceso compartida y 5 son áreas de proceso específicas de desarrollo (CMMI, 2010).

Las 22 áreas de proceso se presentan a continuación por orden alfabético de sus acrónimos en inglés (CMMI, 2010):

- Análisis Causal y Resolución (CAR).
- Gestión de Configuración (CM).
- Análisis de Decisiones y Resolución (DAR).
- Gestión Integrada del Proyecto (IPM).
- Medición y Análisis (MA).
- Definición de Procesos de la Organización (OPD).
- Enfoque en Procesos de la Organización (OPF).
- Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM).
- Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP).
- Formación en la Organización (OT).
- Integración del Producto (PI).

- Monitorización y Control del Proyecto (PMC).
- Planificación del Proyecto (PP).
- Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA).
- Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).
- Desarrollo de Requisitos (RD).
- Gestión de Requisitos (REQM).
- Gestión de Riesgos (RSKM).
- Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).
- Solución Técnica (TS).
- Validación (VAL).
- Verificación (VER).

El nivel de madurez de una organización proporciona una forma para caracterizar su rendimiento. La experiencia ha mostrado que las organizaciones toman una decisión acertada cuando centran sus esfuerzos de mejora de procesos en un número manejable de áreas de proceso a la vez y que dichas áreas requieren refinarse a medida que la organización mejora (CMMI, 2010). Los niveles de madurez de CMMI son (Ver Figura 15):

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. En optimización

Nivel de madurez 1: inicial

Los procesos son generalmente caóticos. La organización generalmente no proporciona un entorno estable para dar soporte a los procesos. El éxito en estas organizaciones depende de la competencia y la heroicidad del personal de la organización y no del uso de procesos probados. Las organizaciones de nivel de madurez 1 se caracterizan por una tendencia a comprometerse en exceso, a abandonar sus procesos en momentos de crisis y a no ser capaces de repetir sus éxitos (CMMI, 2010).

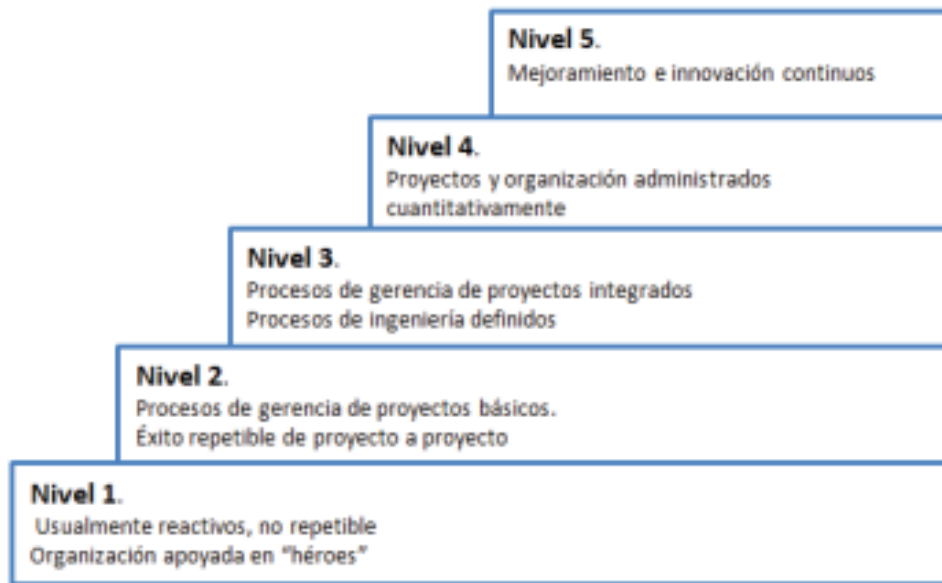


Figura 15 Niveles de CMMI

Fuente: (Morales, s.f.)

Elaborado por: Investigador

Nivel de madurez 2: Gestionado

Se garantiza que, en los proyectos, los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo con las políticas; los proyectos emplean personal cualificado que dispone de recursos adecuados para producir resultados controlados; se involucra a las partes interesadas relevantes; se monitorizan, controlan y revisan; y se evalúan en cuanto a la adherencia a sus descripciones de proceso. También en el nivel de madurez 2, el estado de los productos de trabajo es visible para la dirección en puntos definidos. Se establecen compromisos entre las partes interesadas relevantes y se modifican. Los productos de trabajo se controlan de forma apropiada (CMMI, 2010).

Nivel de madurez 3: Definido

Los procesos están bien caracterizados y comprendidos, y se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. Estos procesos estándares se utilizan para establecer la integridad en toda la organización. Los proyectos establecen sus procesos definidos adaptando el conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación (CMMI, 2010).

Nivel de madurez 4: Gestionado cuantitativamente

La organización y los proyectos establecen objetivos cuantitativos para la calidad y el rendimiento del proceso, y los utilizan como criterios en la gestión de los proyectos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, usuarios finales, organización e implementadores del proceso. La calidad y el rendimiento del proceso se interpretan en términos estadísticos y se gestionan durante la vida de los proyectos. Para los subprocesos seleccionados, se recogen y se analizan estadísticamente medidas específicas del proceso (CMMI, 2010).

Nivel de madurez 5: En optimización

Una organización mejora continuamente sus procesos basándose en una comprensión cuantitativa de sus objetivos de negocio y necesidades de rendimiento. La organización utiliza un enfoque cuantitativo para comprender la variación inherente en el proceso y las causas de los resultados del proceso, se centra en mejorar continuamente el rendimiento de los procesos mediante mejoras incrementales e innovadoras de proceso y de tecnología (CMMI, 2010).

La Norma ISO 9001 y CMMI son compatibles entre sí. Existe un análisis que tiene como objetivo reflejar la relación que existe entre los procesos base del MCDAI (Modelo de Calidad para el Desarrollo de Aplicaciones Informáticas) con otras normas o modelos de calidad reconocidos internacionalmente, a través de los mapas de compatibilidad (Ver Anexo 5) (Agramonte, Rodríguez, Martínez, & Reyes, 2016). La norma ISO 9001 y CMMI comparten filosofía (la mejora continua y la gestión de procesos) y prácticas. Una alternativa sería usar CMMI como guía para obtener una certificación ISO 9001. La norma ISO y CMMI tienen mucho en común y se complementan.

6.6.3 Características de los marcos de referencia

A continuación, se describirá los ámbitos y características de las Normas ISO y CMMI (Ver Tabla 18).

Ámbito	Característica	Normativa ISO	CMMI
Cobertura de Desarrollo	Estructura basada en	Procesos	Procesos

	Enfoque basado en	Mejoramiento de los procesos para alcanzar altos niveles de calidad.	Mejoramiento de los procesos en base a niveles de madurez que permiten disponer de productos de mayor calidad.
	Aplicación en	Procesos técnicos, administrativos y de gestión en el diseño y construcción del software.	Desarrollo, adquisición y servicios del software.
	Objetivos	Establecer normativas cuyo cumplimiento evite errores internos que afecten la satisfacción del cliente, determinando procedimientos internos que deben ser cumplidos.	Disponer de un sistema de gestión que permita alcanzar un mejor nivel de madurez en los productos de software diseñados para alcanzar el mejoramiento continuo.
	Mecanismo	Estructura de normas interrelacionadas.	Niveles de gestión de cumplimiento.
Procesos incorporados	Procesos inmersos	Normas clasificadas en familias que deben ser implementadas de manera estandarizada.	Enfoque en el desarrollo de proyectos de ingeniería de software con proyección de escenarios.
	Estructura de ejecución	Aplicación de normas para la estandarización de los procesos.	Modelo de gestión que orienta la ejecución, diseño, construcción e implementación de software.
	Evaluación	Verificación del cumplimiento de los requerimientos exigidos.	Cumplimiento de los pasos progresivos en base a los niveles que conforma el modelo.

	Desarrollo	La norma es flexible por lo que en base a sus requerimientos deben formularse las guías de implementación, en que estas sean dispuestas de manera obligatoria.	Mantiene una secuencia lógica y ordenada de implementación que permita a las empresas ir alcanzando mayores niveles de maduración.
	Cobertura	La norma es amplia y comprende varios procesos que demandan de una selección y atención para evitar confusiones.	Se focaliza en el diseño y desarrollo de software, incorporando procesos de adquisición y servicios.
	Carácter	Estandarizado, estático, normalizado, universal.	Flexible, adaptado a la empresa, enfocado en sus requerimientos puntuales.
Alcances	Ejecución	Se enfoca en alcanzar una certificación que describa la existencia de calidad en sus procesos.	Su desarrollo se focaliza en perfeccionar los procesos de diseño y construcción de software no en certificaciones.
	Control	Evalúa el estado de la empresa en base a estándares fijados los cuales no pueden ser omitidos o cambiados.	Su desarrollo es flexible y se ajusta al comportamiento y cultura tanto de la empresa como el mercado.
	Sistema de control	Estandarizado bajo la intervención de entes externos a la empresa que determinan la renovación de la certificación.	Realizado por la propia empresa en base a lineamientos que consideren adecuados y requeridos para la empresa.

Tabla 19 Características de los marcos de referencia estudiados

Fuente: (Cadena, 2015)

6.6.4 Semejanzas y diferencias entre ISO y CMMI

A continuación, se enlistan las semejanzas (Ver **Tabla 20**) y diferencias entre las ISO y CMMI (Ver **Tabla 21**):

Semejanzas
Ambos sistemas están enfocados en procesos.
Buscan la calidad como un fin necesario a alcanzar.
Disponen de estructuras enfocadas a fines determinados.
Comprenden procesos de implantación que ameritan recursos internos y sistemas de adopción.
Se focalizan en el cliente.
Permiten el mejor rendimiento de la empresa.

Tabla 20 Semejanzas entre las ISO y CMMI
Fuente: (Cadena, 2015)

Diferencias
La normativa ISO es estandarizada, poco flexible, y enfocada en una amplia cobertura universal. El CMMI es abierta y puede ser desarrollada mediante mecanismos que la empresa considere adecuados para crecer en los niveles citados
La normativa ISO es amplia y abarca temas adicionales al diseño de software. El CMMI es especializado en software.
La normativa ISO permite alcanzar una certificación de calidad.
La normativa ISO es estática no acepta cambios. El CMMI es flexible.
La normativa ISO demanda de auditorías externas. El CMMI mantiene sistemas de autoevaluación que son ejecutados por su propio personal sin que exista intervención externa en las mismas. En este caso se enfoca al mejoramiento continuo interno.

Tabla 21 Diferencias entre las ISO y CMMI
Fuente: (Cadena, 2015)

6.7 Metodología, Modelo operativo

La problemática inherente con un modelo CMMI es su complejidad, y aunque el modelo muestra el “qué hacer”, no muestra el “cómo hacerlo”; es por eso que es necesaria una estrategia que permita llegar a la adopción completa del modelo. (Armas & Chamorro, 2007).

Para disminuir el tiempo de desarrollo de un proyecto en una PYME de desarrollo de software se implementó un marco de referencia de calidad sobre la base de tres pilares fundamentales que se identificaron en la especificación de las normas ISO 9001 y CMMI. El marco de referencia de calidad definido se representa gráficamente en la Figura 16. Este marco de referencia de calidad está compuesto por tres áreas: gestor de aprendizaje, gestor de proyectos y normas de codificación.



Figura 16 Marco de referencia de calidad propuesto
Elaborado por: Investigador

La revisión de la norma asegurará que la gestión de la calidad está completamente integrada y alineada con las estrategias de negocio de su organización. Así, también, una mayor participación en el sistema de gestión por parte del equipo de liderazgo asegurará que toda la organización este motivada hacia las metas y objetivos de la organización.

El marco de referencia propuesto está relacionado con la Norma ISO 9001, en donde tiene impacto uno los principales beneficios que la norma en la que plantea que, implementar la norma proporciona disciplina al interior del sistema en donde se esté implementando (Portero, 2017). Además, algunos requisitos tomados de la ISO 9001 como referencia para realizar la propuesta son (Ver Tabla 22):

Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	La organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización, y debe determinar los recursos necesarios para estos procesos y asegurarse de su disponibilidad.
	En la medida en que sea necesario, la organización debe: <ul style="list-style-type: none"> • Mantener información documentada para apoyar la operación de sus procesos. • Conservar la información documentada para tener la confianza de que los procesos se realizan según lo planificado.
Liderazgo	La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión de la calidad: <ul style="list-style-type: none"> • Asegurándose de que los recursos necesarios para el sistema de gestión de la calidad estén disponibles. • Promoviendo la mejora.
Apoyo	La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.
	La organización debe determinar los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios. Estos conocimientos deben mantenerse y ponerse a disposición en la medida en que sea necesario. Cuando se abordan las necesidades y tendencias cambiantes, la organización debe considerar sus conocimientos actuales y determinar cómo adquirir o acceder a los conocimientos adicionales necesarios y las actualizaciones requeridas.
	El sistema de gestión de la calidad de la organización debe incluir la información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
	La información documentada debe estar disponible y ser idónea para su uso, donde y cuando se necesite.

Tabla 22 Requisitos de la ISO 9001 utilizados en la propuesta

Elaborado por: Investigador

6.7.1 Gestor de proyectos

Esta área está enfocada en la gestión de proyectos; aquí se propone el uso de una herramienta que facilite el seguimiento y control de los proyectos de desarrollo de software, de manera que sea sencillo realizar el seguimiento de los diferentes proyectos, conocer los miembros del equipo que participan en cada uno de ellos, las tareas asignadas y controlar el avance de cada una de ellas. Las metas y prácticas de CMMI utilizadas en esta área son (Ver Tabla 23 , Tabla 24):

Gestión Integrada del Proyecto (IPM)		
Nivel de Madurez	Nivel 3	
Área de Proceso	Gestión de Proyectos	
Propósito	Es establecer y gestionar el proyecto y la involucración de las partes interesadas relevantes de acuerdo a un proceso integrado y definido, que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.	
Meta	Práctica Específica	Subprácticas
Utilizar el proceso definido del proyecto.	Establecer el proceso definido del proyecto.	Adaptar el conjunto de procesos estándar de la organización y otros activos de proceso de la organización, de acuerdo con las guías de adaptación, para elaborar el proceso definido del proyecto.
	Establecer el entorno de trabajo del proyecto.	Planificar, diseñar e instalar un entorno de trabajo para el proyecto.
		Proporcionar mantenimiento y soporte operacional continuos para el entorno de trabajo del proyecto.
		Revisar periódicamente hasta qué punto el entorno de trabajo está cumpliendo con las necesidades del proyecto y dando soporte a la colaboración, y actuar según sea apropiado.
	Integrar los planes.	Incorporar la formación necesaria para realizar el proceso definido del proyecto en los planes de formación del proyecto.
Gestionar el proyecto utilizando planes integrados.	Monitorizar y controlar las actividades y los productos de trabajo del proyecto, utilizando el proceso definido del proyecto, el plan del proyecto y otros planes que afecten al proyecto.	
Coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes.	Gestionar la involucración de las partes interesadas relevantes.	Coordinar con las partes interesadas relevantes quién debería participar en las actividades del proyecto.

Tabla 23 Metas y prácticas de IPM de CMMI utilizadas
Elaborado por: Investigador

Monitorización y control del proyecto (PMC)		
Nivel de Madurez	Nivel 2	
Área de Proceso	Gestión de Proyectos	
Propósito	Es proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el rendimiento del proyecto se desvíe significativamente del plan.	
Meta	Practica Especifica	Subpracticac
Monitorizar el proyecto frente al plan.	Monitorizar los parámetros de planificación del proyecto.	Monitorizar el progreso frente al calendario.
		Monitorizar los atributos de los productos de trabajo y de las tareas.
	Monitorizar la gestión de los datos.	Revisar periódicamente las actividades de gestión de los datos frente a su descripción en el plan de proyecto.
Llevar a cabo las revisiones del progreso.		Comunicar con regularidad a las partes interesadas relevantes el estado de las actividades y los productos de trabajo asignados.

Tabla 24 Metas y prácticas de PMC de CMMI utilizadas

Elaborado por: Investigador

Despliegue de gestor de proyectos

Los programas de software de gestión de proyectos ayudan a visualizar de forma global las fases que está atravesando el proyecto y a hacer un seguimiento de una manera sencilla, evitando de esta manera desviaciones tanto en plazo, presupuesto y/o calidad. Además, permiten visibilizar los diferentes proyectos en los que se está trabajando, los miembros del equipo y sus tareas asignadas (Cobian, 2014). Los requisitos que se consideraron, a partir de lo establecido en las normas ISO 9001 y CMMI, para la gestión de proyectos en PYMES son:

Gestión del presupuesto del proyecto: Permite hacer un control y seguimiento en tiempo, recursos humanos y materiales.

Planificación, programación y seguimiento de tareas: Permite definir el alcance del proyecto, establecer entregables, dividirlo en diferentes etapas, seguir y cerrar tareas. Permite tener visible todas las tareas asignadas a cada programador y sus responsabilidades (Soto, 2017).

Gestión de recursos: Permite obtener el coste de cada uno y ayuda a evitar sobreasignaciones y posibles conflictos por falta de recursos (Soto, 2017).

Colaboración: permite gestionar equipos de desarrollo ya que muchos equipos constan de un número muy elevado de personas, trabajando en tareas diferentes (Soto, 2017).

A partir de estos requisitos, se llevó a cabo una evaluación de herramientas de gestión de proyectos existentes en el mercado. Los criterios de evaluación, con una ponderación basada en el trabajo de Fernández (2017), se muestran en la Tabla 25. El resultado de la evaluación se muestra en la **Tabla 26**.

Característica	Calificación
Histórico de cambios	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no tiene • 5 tiene, pero básico • 10 tiene completo
Marcador de visualización	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no tiene ninguno • 2 tiene uno • 3 tiene dos • 5 tiene los tres
Precio	<ul style="list-style-type: none"> • 0 todo de pago • 5 gratis con versión de pago • 10 totalmente gratis
Capacidad de configuración	<ul style="list-style-type: none"> • 0 nada configurable • 10 altamente configurable
Sencillez	<ul style="list-style-type: none"> • 0 necesario aprendizaje y familiaridad • 5 fácil de aprender • 10 no requiere aprendizaje
Notificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • 0 sin notificaciones • 3 con notificaciones • 5 con notificaciones configurables
Adjuntar archivos	<ul style="list-style-type: none"> • 0 sin adjuntos • 3 con adjuntos desde el ordenador • 5 con adjuntos desde el ordenador y otras plataformas
Velocidad y facilidad de la puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> • 0 más de dos días • 5 uno o dos días • 10 en el mismo día
Reporting	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no tiene • 5 tiene completo

Tabla 25 Criterios de evaluación de herramientas

Fuente: (Fernández, 2017)

Elaborado por: Investigador

	Jira Software	Scrumwise	Trello	Kanbanchi
Histórico de cambios	10	10	10	10
Marcador de visualización	2	2	2	3
Precio	0	0	5	5
Capacidad de configuración	10	8	6	7
Sencillez	0	5	10	5

Notificaciones	5	5	5	5
Adjuntar archivos	5	3	5	5
Velocidad y facilidad de la puesta en marcha	0	5	10	5
Reporting	5	5	0	0
TOTAL	37	43	53	45

Tabla 26 Comparación de herramientas de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

Trello fue la herramienta que obtuvo el mejor resultado en la evaluación cuantitativa de las herramientas identificadas (Ver **Tabla 26**), por lo que se decidió que, en principio, esta es la herramienta que una PYME utilizaría al aplicar el modelo que se propone en este trabajo para optimizar el tiempo de desarrollo de software. No obstante, la decisión final de qué herramienta utilizar deberá tener en cuenta las condiciones específicas de la empresa en cuestión.

Para implementar la herramienta en un equipo de desarrollo, se necesita realizar una evaluación de competencias. Esto permitirá conocer las habilidades, fortalezas y debilidades. Esta información servirá para formar los equipos de trabajo y complementar sus fortalezas. De esta manera armar planes de capacitación e ir evaluando su crecimiento. Se necesita el apoyo de la alta dirección de la empresa, reuniones con el equipo de trabajo, comunicación con las personas involucradas para obtener una retroalimentación, todo esto nos permitirá conocer el entorno real de la empresa.

Además, se necesita una buena comunicación con la gerencia para informar el avance y posibles problemas que se presente, de esta forma tomar decisiones rápidamente y acelerar la implementación de la herramienta.

Trello es una herramienta de gestión de proyectos, está enfocado para organizar equipos de trabajo. Además, permite crear distintos paneles de control denominados tableros para cada uno de los proyectos. En los tableros se pueden configurar distintas listas (columnas verticales) y tarjetas dentro de ellas que pueden arrastrarse de una lista a otra para representar su avance (Interdominios, s.f.).

También permite crear tarjetas en donde se detalla las tareas, las cuales se puede asignar a uno o varios usuarios determinados. Dentro de cada tarjeta, existen numerosas opciones para dar más detalles y generar valor en cada tarea. A la tarjeta es posible colocar archivos adjuntos, crear checklists en la cual se puede colocar las subtareas, fecha de vencimiento, etiquetas. Trello es una herramienta que se organiza en tableros. Cuando el equipo y los proyectos crecen, los tableros juegan en nuestra contra.

6.7.2 Gestor de aprendizaje

Está enfocado en que los miembros del equipo compartan el conocimiento y colaboren en la realización de la documentación de temas que impactan en el desarrollo de un proyecto de software. Las metas y prácticas de CMMI utilizadas en esta área son (Ver Tabla 27 , Tabla 28 , Tabla 29 Tabla 23):

Formación en la organización (OT)		
Nivel de Madurez	Nivel 3	
Área de Proceso	Gestión de Procesos	
Propósito	Es desarrollar las habilidades y los conocimientos de las personas para que puedan desempeñar sus roles eficaz y eficientemente.	
Meta	Práctica Específica	Subprácticas
Establecer una capacidad de formación de la organización.	Establecer las necesidades estratégicas de formación.	Analizar los objetivos estratégicos del negocio de la organización y el plan de mejora de proceso para identificar las necesidades potenciales de formación.
		Documentar las necesidades estratégicas de formación de la organización.
		Documentar la formación necesaria para desempeñar los roles en el conjunto de procesos estándar de la organización.
		Documentar las necesidades de formación para mantener la seguridad, la protección y el funcionamiento continuado del negocio.
	Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.	Modificar las necesidades estratégicas y la formación requerida de la organización según sea necesario.
	Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.	Documentar los compromisos para proporcionar soporte de formación a proyectos y grupos de soporte.
Proporcionar formación	Impartir la formación	Impartir la formación.

Tabla 27 Metas y prácticas de OT de CMMI utilizadas

Elaborado por: Investigador

Gestión Integrada del Proyecto (IPM)		
Nivel de Madurez	Nivel 3	
Área de Proceso	Gestión de Proyectos	
Propósito	Es establecer y gestionar el proyecto y la involucración de las partes interesadas relevantes de acuerdo a un proceso integrado y definido, que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.	
Meta	Practica Especifica	Subpracticac
Utilizar el proceso definido del proyecto.	Establecer el proceso definido del proyecto.	Seleccionar los procesos estándar que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.
	Establecer el entorno de trabajo del proyecto.	Utilizar otros artefactos de la biblioteca de activos de proceso de la organización, según proceda. Ejemplo: documentos de lecciones aprendidas, plantillas, documentos de ejemplo.
		Documentar el proceso definido del proyecto.
Contribuir a los activos de proceso de la organización.	Contribuir a los activos de proceso de la organización.	Documentar las lecciones aprendidas del proyecto para su inclusión en la biblioteca de activos de proceso de la organización

Tabla 28 Metas y prácticas de IPM de CMMI utilizadas

Elaborado por: Investigador

Definición de procesos de la organización (OPD)		
Nivel de Madurez	Nivel 3	
Área de Proceso	Gestión de Procesos	
Propósito	Es establecer y mantener un conjunto utilizable de activos de proceso de la organización, estándares del entorno de trabajo, y reglas y guías para los equipos.	
Meta	Practica Especifica	Subpracticadas
Establecer los activos de proceso de la organización.	Establecer el repositorio de mediciones de la organización.	Poner los contenidos del repositorio de mediciones a disposición de la organización y de los proyectos para su uso, según proceda.
		Modificar el repositorio de mediciones, el conjunto común de medidas y los procedimientos, a medida que cambien las necesidades de la organización.
	Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización.	Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización.

Tabla 29 Metas y prácticas de OPD de CMMI utilizadas

Elaborado por: Investigador

Despliegue del gestor de aprendizaje

La documentación de una empresa representa su capital intelectual porque sirve para la inducción del personal o transferir el conocimiento (Alzate, 2011).

Para elegir una plataforma tecnológica libre o comercial para la gestión del aprendizaje es importante buscar aquella que más se adapte a las necesidades de la empresa. Entre las distintas opciones de plataformas para la gestión del aprendizaje se ha elegido Moodle por que han tomado varios criterios (Ver Anexo 4), ya se han realizado comparaciones de herramientas (Ver Tabla 30) (Sanchis R. , 2013). Esta herramienta proporciona un conjunto poderoso de herramientas centradas en el aprendizaje colaborativo, que posee las siguientes características: gestión de perfiles de usuario, es una plataforma de código abierto, proporciona cursos, dispone de varios temas o plantillas que permiten al administrador del sitio personalizarlo.

El esquema general de Moodle es el siguiente (Ver Figura 17):

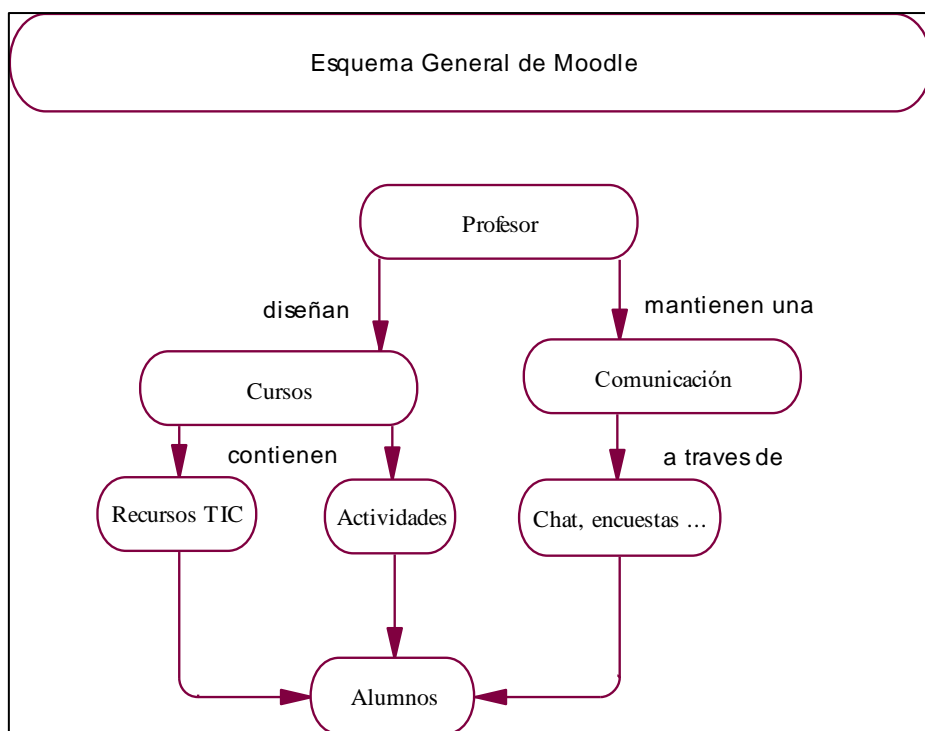


Figura 17 Esquema general de Moodle

Elaborado por: Investigador

	Moodle	Sakai Project	Blackboard Learn SP13
Costo	5	5	1
Integración con sistemas de Pago	4	1	2
Integración con redes sociales	2	1	1
Posibilidad de contratar el sistema alojado en servidores de terceros.	1	1	5
Compatibilidad con Sistemas Operativos	5	4	4
Compatibilidad con navegadores	5	5	5
Compatibilidad con Bases de Datos	5	4	5
Compatibilidad con Servidores Web	5	4	4
Instalación	4	2	0
Tiempo de instalación	5	3	0
Configuración	4	4	3
Personalización	4	2	5
Selección de módulos o herramientas	5	4	5
Temas	4	2	2
Temas por curso	1	5	5
Posibilidad de modificar el diseño vía web	4	1	1
Idiomas disponibles	5	4	4
Importar usuarios externos	4	2	0
Medios de autenticación	5	3	0
Autenticación con redes sociales	2	1	1
Comprensión de Menús	5	3	4
Plataforma	3	2	4
Curso	4	4	5
Wiki	2	2	5
Foro	5	3	5
Chat	4	5	1
Glosario	4	1	3
Blogs	2	1	4
Herramientas para crear material	3	4	4
Herramientas para importar	2	2	1
Herramientas para exportar	1	1	1
Integración de contenidos externos	3	3	3
Gestión de enlaces	4	4	4
Gestión de ficheros adjuntos	5	2	5
Documentación	4	2	3
Ayuda para el usuario final	1	4	2
TOTAL	131	101	117

Tabla 30 Comparación de herramientas de Gestión de Aprendizaje

Fuente: (Sanchis R. , 2013)

A Moodle se le puede personalizar e integrar herramientas colaborativas tales como foros, wikis, chats y blogs.

Una wiki es un sitio web colaborativo que puede ser editado por varios usuarios. Los usuarios de una wiki pueden así crear, editar, borrar o modificar el contenido de una página web, de una forma fácil, rápida e interactiva.

La publicación del contenido en la wiki es de forma inmediata. Además, es muy útil para la difusión de conocimientos y el trabajo en equipo. Incluye un historial de cambios. Para publicar una wiki no se requieren conocimientos técnicos, simplemente escribir, realizar enlaces e insertar contenidos multimedia.

Personalización de Moodle

Para tener documentado en un sitio web los procesos más importantes de una empresa, se personalizó Moodle con el despliegue de un módulo de wiki. Para utilizarlo, se debe crear los perfiles de usuarios a los programadores, asignándoles permisos que permitan su acceso a los cursos correspondientes. Se propone la siguiente estructura (Ver Figura 18).

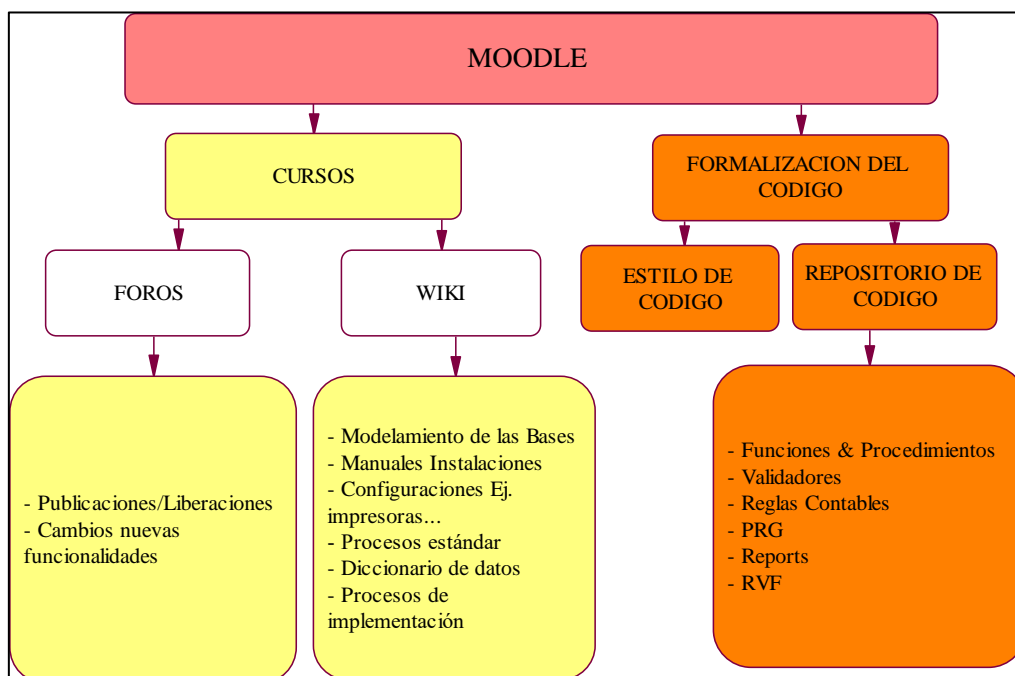


Figura 18 Estructura Moodle propuesto

Elaborado por: Investigador

Al Moodle se subirá la información más importante para la PYME de desarrollo de software. Se divide en dos secciones.

1) Cursos: Se crearán cursos por cada módulo, en la cual se incorporará:

- Foros: En esta sección es en donde se subirá las publicaciones/liberaciones y cambios (nuevas funcionalidades).
- Wiki: Se crearán las páginas en donde se subirán el modelamiento de las bases, manuales instalaciones, configuraciones, procesos estándar, diccionario de datos, procesos de programación y procesos de implementación.

3) Formalización del código: Esta sección tiene como objetivo documentar información de los comandos y funciones de programación propias de los módulos.

6.7.3 Normas de codificación

Están enfocadas en la estandarización de código, mostrando una lista de reglas y convenciones de uso obligatorio en la codificación para construir un proyecto de software con una firma empresarial. Las metas y prácticas de CMMI utilizadas en esta área son (Ver Tabla 31 Tabla 23):

Definición de procesos de la organización (OPD)		
Nivel de Madurez	Nivel 3	
Área de Proceso	Gestión de Procesos	
Propósito	Es establecer y mantener un conjunto utilizable de activos de proceso de la organización, estándares del entorno de trabajo, y reglas y guías para los equipos.	
Meta	Practica Especifica	Subpracticadas
Establecer los activos de proceso de la organización.	Establecer los criterios y las guías de adaptación.	Documentar las guías de adaptación para el conjunto de procesos estándar de la organización.
	Establecer los estándares del entorno de trabajo.	Evaluar los estándares del entorno de trabajo comercialmente disponibles apropiados para la organización.
		Adoptar los estándares existentes del entorno de trabajo y desarrollar nuevos estándares para cubrir las carencias, basándose en las necesidades y en los objetivos de proceso de la organización.
Establecer las Reglas y guías para los equipos.	Definir las expectativas, reglas y guías que orienten sobre cómo trabajan conjuntamente los equipos.	

Tabla 31 Metas y prácticas de OPD de CMMI utilizadas

Elaborado por: Investigador

Implementación de normas de codificación

La forma de escribir código es propia de cada programador y diferente a la forma de cualquier otro programador. Para poder realizar con facilidad la depuración, retomar ciertas partes realizadas por otro programador o entender el código por otros integrantes va a depender de la forma en cómo se escribe el código.

Algunos beneficios de las normas de codificación en el desarrollo de software es que se mejora la comunicación del equipo, se reducen los errores de programación y mejoran la calidad del código (Li & Prasad, 2016). La implementación de normas de codificación permite aumentar la competitividad de las empresas de software y en la productividad de sus trabajadores porque se mejora su facilidad de mantenimiento teniendo esto impacto en la reducción de los costos de mantenimiento (Domínguez, Domínguez, Ramírez, & Moreno, 2015). Existe varios estilos de programar:

1. Estilo Pascal (PascalCase): La primera letra del identificador y la primera letra de las siguientes palabras concatenadas están en mayúsculas. El estilo de mayúsculas y minúsculas Pascal se puede utilizar en identificadores de tres o más caracteres, por ejemplo: la nomenclatura de una variable o componente de un proyecto puede estar formada de una o varias palabras y se utiliza la notación de Pascal para escribir el nombre de los identificadores o palabras de un proyecto colocando en mayúscula la primera letra de cada palabra que forme el nombre del componente. Ejemplo: ColorLetra, NombreProfesor, ClaveCliente, IntNumero, CmdBoton, DblNumero.

2. Estilo camelCase: La primera letra del identificador está en minúscula y la primera letra de las siguientes palabras concatenadas en mayúscula. Existen dos tipos de CamelCase:

- UpperCamelCase, cuando la primera letra de cada una de las palabras es mayúscula. Ejemplo: IntPrimerNumero
- lowerCamelCase, igual que la anterior con la excepción de que la primera letra es minúscula. Ejemplo: codigoClienteEmpresa

3. Estilo Mayúsculas (ALL_CAPS): Todas las letras del identificador se encuentran en mayúsculas. Ejemplo: INT_CEDULA

4. Estilo minúsculas (small_caps): Todas las letras del identificador se encuentran en minúsculas. Ejemplo: int_cedula.

5. Estilo húngara: consiste en utilizar las primeras letras de los nombres de los identificadores como un prefijo, en letras minúsculas, que denota el alcance y tipo del identificador. Posterior al prefijo, se utilizan palabras significativas cuyas primeras letras deben estar con mayúscula y el resto en minúscula (Domínguez, Domínguez, Ramírez, & Moreno, 2015). Ejemplo: iNumeroEmpleado.

La firma de analistas de la industria enfocada en desarrolladores RedMonk posee un ranking de los lenguajes de programación más populares los cuales son (Grady, 2018): JavaScript, Java, Python, PHP y C#.

Los programadores JavaScript suelen atenerse a unas reglas de estilo a la hora de escribir código. Esto no sólo es válido para el código en sí, sino también para los comentarios. En proyectos de gran extensión pueden existir miles de líneas de código JavaScript. Este código debe estar bien comentado para facilitar su comprensión y mantenimiento. Si se necesita documentar el código JavaScript se puede emplear JSDoc y la Guía de Estilo de Google para JavaScript. Javadoc es el estándar para documentar clases de Java. La mayoría de los IDEs utilizan javadoc para generar de forma automática documentación de clases (Rodríguez, 2016).

Los desarrollos de proyectos en Python pueden seguir la guía de estilo de Google para nombrar variables, nombrar métodos, documentar módulos, escribir docstrings. En python existe lo que se llaman PEP's o Python Enhancement Proposals, una de las cuales, PEP 8 está dedicada a la recopilación de los estándares seguidos por los desarrolladores de python a la hora de escribir código python para la librería estandar (Ayasca, 2013).

Para los proyectos de PHP se puede utilizar las normas, conocidas como PSR-0, PSR-1 y PSR-2, propuesto por Framework Interop Group (antes conocido como el PHP Standards Group).

Para los desarrollos con C# se puede utilizar una guía que propone Danysoft Internacional, es una base que puede ser utilizada tal como está, modificada según las preferencias de los programadores que vayan a utilizarla (Diez, 2013).

Cada lenguaje de programación hace uso de estos estilos según el identificador que use y de acuerdo con su convención. La decisión final de qué normas de codificación utilizar deberá tener en cuenta la realidad objetiva del contexto de la empresa en que se vaya a aplicar el modelo propuesto.

6.8 Validación de la propuesta

La validación de la propuesta tuvo lugar, de forma empírica, a través de la aplicación del marco de referencia propuesto en la PYME caso de estudio ADS Software Cía. Ltda. y, estadísticamente, con la aplicación de una encuesta a profesionales de la empresa. Para la validación de resultados del marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software, se realizó las encuestas a los profesionales de ADS Software Cía. y profesionales que tienen experiencia en la industria de software, tanto en la industria como en la docencia.

6.8.1 Validación empírica

La propuesta se validó en el Departamento de Desarrollo de la empresa ADS Software Cía. Ltda. El Departamento de Desarrollo de la empresa está formado por 8 profesionales, los que participaron directamente en la evaluación experimental de la propuesta. De ellos, 5 son programadores, una persona es administrativa, que gestiona y controla el avance de los desarrollos, otra persona conoce los procesos del sistema y una última persona es quien testea y atiende el proceso de implantación.

6.8.1.1 Despliegue de gestor de proyecto

Como parte de la definición del modelo que se propone en este trabajo de tesis, se propone el uso de Trello como herramienta para la gestión de proyectos. Sin embargo, en la empresa ADS Software Cía. Ltda., el uso de la herramienta Trello no tuvo un impacto importante en el proceso de gestión del seguimiento. Esto se debe a que los módulos de desarrollo son programados por un solo desarrollador, y si se crea un tablero con las tareas, la gestión del seguimiento con un solo programador es lineal. En este sentido, es importante la acotación que se hace en la definición del modelo, en la que se indica que, a pesar de que se sugiere el uso de Trello, la decisión final de qué gestor de proyecto utilizar deberá tener en cuenta la realidad objetiva del contexto de la empresa en que se vaya a aplicar el modelo propuesto.

Teniendo en cuenta que el escenario que se identificó en ADS Software Cía. Ltda. no es exclusivo de esta empresa entre las PYMES de desarrollo de software, se decidió elaborar una herramienta de gestión de actividades simple pero concebida directamente para escenarios como el de la empresa caso de estudio.

El resultado del estudio de impacto llevado a cabo indica que la herramienta de gestión de actividades que fue desarrollada por la empresa ADS Software Cía. Ltda. logró mejores resultados. Esta herramienta permite crear tareas e imputar los tiempos de cada desarrollo. Con esta información se pueden conformar cubos dinámicos que facilitan la toma de decisiones y plantear estrategias en el proceso de desarrollo.

El resultado del estudio empírico en la empresa caso de estudio no niega el que para PYMES de desarrollo de software que tengan un desarrollo colaborativo, la herramienta Trello agrega un valor indiscutible porque es una herramienta visual y ágil que permite organizar a colaboradores externos, equipos remotos y personal de distintos equipos en un mismo proyecto, permitiendo monitorizar las tareas de cada miembro del equipo y dar seguimiento al proyecto.

Proceso de despliegue del gestor de proyectos

Los programadores ingresan con su usuario y contraseña (Ver Figura 19).



Figura 19 Página de ingreso

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

La herramienta posee varias opciones para la gestión de tareas de los proyectos (Ver Figura 20).

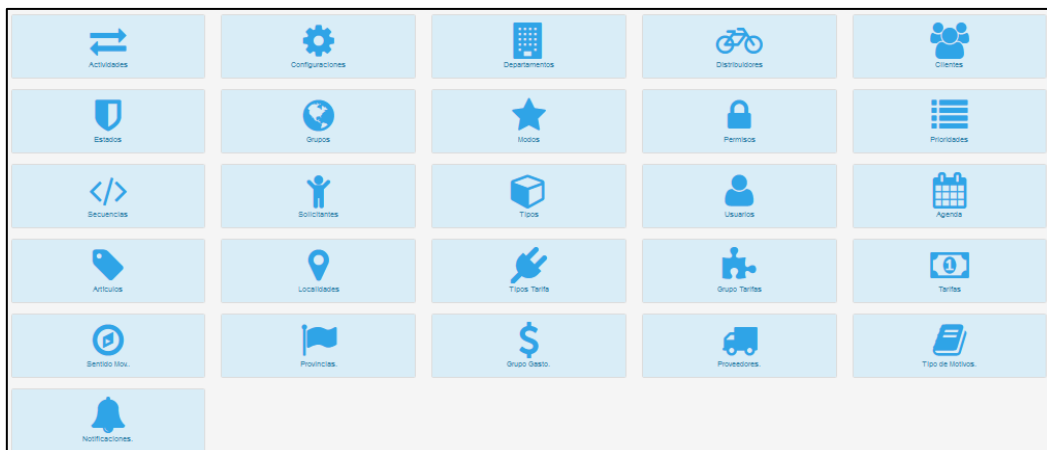


Figura 20 Menú gestión de tareas

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

Se puede crear las actividades (Ver Figura 21).

Figura 21 Página crear actividades
Fuente: Herramienta de gestión de proyectos
Elaborado por: Investigador

Se puede ver las tareas asignadas (Ver Figura 22).

Acciones	Fecha	Código	Nombre	Proyecto	Cliente	Tipo	Prioridad	Estado
	30-04-2018	A000024877	VISITA DECOFLOR	MODULO FLORICOLAS	ADS SOFTWARE CIA. LTDA	LEVANTAMIENTO REQUERIMIENTO	NORMAL	PLANIFICADA
	07-05-2018	A000025152	GESTION AZURE	AZURE	ADS SOFTWARE CIA. LTDA	REUNIÓN	NORMAL	PLANIFICADA
	09-05-2018	A000025269	REALIZAR PROCESO DE BACKUPS	FENIX PRO	ADS SOFTWARE CIA. LTDA	MANUALES	NORMAL	PLANIFICADA
	15-05-2018	A000025480	SOPORTE ROSADEX	NÓMINA WD	ROSADEX CIA LTDA	PLAN DE SOPORTE FENIX	NORMAL	PLANIFICADA
	15-05-2018	A000025481	APOYO IMPUESTO A LA RENTA	NÓMINA WD	ADS SOFTWARE CIA. LTDA	IMPLEMENTACIÓN	NORMAL	PLANIFICADA

Figura 22 Página listado de actividades
Fuente: Herramienta de gestión de proyectos
Elaborado por: Investigador

Permite imputar los tiempos de las actividades (Ver Figura 23).

Figura 23 Página para llenar las horas

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

Se puede ver el tiempo consumido de una actividad (Ver Figura 24).

DICCIONARIO DE LA BASE DE DATOS DE FENIX

Avance:

Responsable:	Horas estimadas	Tiempo consumido
SILVIA TRAVEZ	40.0 Horas.	40 : 0 : 0

[Información general](#) |
 [Detalle Consumo](#) |
 [Administrar estado](#)

Detalle	F.Inicio	H.Inicio	F.Fin	H.Fin	Consumidor
MODELAMIENTO DE BASE DE FENIX	22-03-2018	08:0:0	22-03-2018	16:0:0	SILVIA TRAVEZ
MODELAMIENTO DE BASE DE FENIX	23-03-2018	08:0:0	23-03-2018	16:0:0	SILVIA TRAVEZ
MODELAMIENTO DE LA BASE DE FENIX	26-03-2018	08:0:0	26-03-2018	16:0:0	SILVIA TRAVEZ
REALIZACION DE MOODLE MODELADO DE LA BASE DE DATOS	09-04-2018	08:0:0	09-04-2018	16:0:0	SILVIA TRAVEZ
REVISION DE APP Y SUBIDA DE INFORMACION	13-04-2018	08:0:0	13-04-2018	16:0:0	SILVIA TRAVEZ

Figura 24 Página resumen tiempo de la tarea

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

Los reportes de tiempos de las actividades se pueden personalizar (Ver Figura 25).

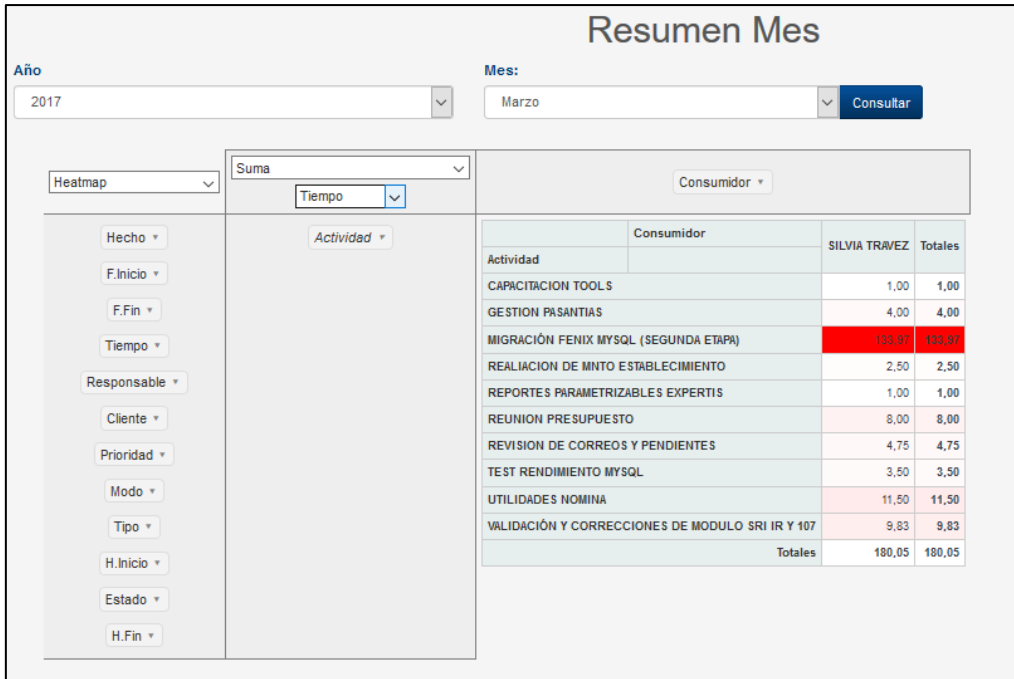


Figura 25 Página reporte de tiempos

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

Validación del gestor de proyectos

Para validar el impacto del despliegue del Gestor de Proyectos, se realizó una encuesta en donde se incorporaron 4 preguntas (Pregunta 2,3,8,9) las cuales se enfocan al área del Gestor de Proyectos. En donde haciendo un análisis de los resultados (Ver **Tabla 32**), se comprueba que el 97% de los profesionales considera que el despliegue del gestor de proyectos ha tenido un impacto importante en la empresa, dando como resultado: mejoramiento en la gestión de los proyectos en el área de desarrollo, en la coordinación de equipos de trabajo y en el control de los proyectos. Dando como consecuencia optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software.

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	11	20	32
Porcentaje (%)	0%	0%	3%	34%	63%	100%

Tabla 32 Impacto del despliegue del gestor de proyectos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Además, para validar la utilización del gestor de proyectos se consultó un reporte en el cual le muestra los proyectos de desarrollo de software que han sido creados (Ver **Figura 26**). En lo que se pudo constatar que se han creado 165 proyectos y cada uno de ellos con sus respectivas tareas de desarrollo.

Código	Nombre	Fecha Inicio
PRY145	PROYECTO REPORTERIA WD FOX	2018-06-06 00:00:00.0
PRY146	PARQUEADERO FENIX	2018-06-28 00:00:00.0
PRY147	FENIX COM	2018-07-16 00:00:00.0
PRY148	PROYECTO ACAAE	2018-07-19 00:00:00.0
PRY149	ACTUALIZAR WINDEV	2018-07-23 00:00:00.0
PRY150	PROYECTO QUIPU	2018-07-27 00:00:00.0
PRY151	PAY PHONE	2018-07-31 00:00:00.0
PRY152	Integración Ventas GS	2018-08-03 00:00:00.0
PRY153	Proyecto Talleres - Autos	2018-08-14 00:00:00.0
PRY155	PREVENTA FENIX	2018-08-21 00:00:00.0

165 Proyectos

« Anterior «« First 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 Siguiente »»

Figura 26 Listado de proyectos de software

Fuente: Herramienta de gestión de proyectos

Elaborado por: Investigador

6.8.1.2 Implementación del gestor de aprendizaje

Para elaborar el contenido se procedió a realizar una reunión con los jefes de área y la gerencia de la empresa; de esta forma, se determinaron los temas más importantes y se seleccionó a las personas que aportarían información válida. Así, se pudo estructurar el contenido y definir qué cursos, wikis, foros se necesitaban.

Se procedió a recopilar toda la documentación que existía del sistema: archivos físicos, archivos digitales, manuales y luego, se procedió a revisar la documentación recopilada y actualizarla con los procesos que actualmente se realizan. Adicionalmente, se documentaron los temas para los que no existía información.

Para tener documentado en un sitio web de los procesos más importantes de la empresa, se personalizó Moodle con el despliegue de un módulo de wiki. Se crearon los perfiles de usuarios a los programadores, asignándoles permisos y el acceso adecuado a los cursos, tal y como indica el modelo propuesto.

Personalización de Moodle

Se implementó en la empresa ADS Software Cía. Ltda. la estructura propuesta en la Figura 17. Al Moodle se subió la información del sistema Fenix y sus módulos. Además, se documentaron los procesos del desarrollo de software en la empresa. Se dividió en dos secciones.

1) Cursos: Se crearon cursos por cada módulo, en la cual se incorporó:

- Foros: Es esta sección es en donde se subió las publicaciones/liberaciones y cambios (nuevas funcionalidades).
- Wiki: Se crearon las páginas en donde se subió el modelamiento de las bases, manuales instalaciones, configuraciones, procesos estándar, diccionario de datos, procesos de programación y procesos de implementación.

2) Formalización del código: Se subió la información de los comandos y funciones de programación propias de los módulos del sistema Fenix.

En la empresa se procedió a crear cursos de los procesos que impactan en la productividad de la empresa. Por ejemplo, se creó un curso denominado “Modelamiento Base Fenix”. Este curso fue creado con el objetivo de documentar lo que se relacione al Sistema Fenix.

Adicionalmente, se personalizó el curso con una herramienta colaborativa que es la wiki, con la que se pudo incorporar a los cursos algunas entradas de wiki, para que de esta manera se pueda tener en un solo sitio el contenido de valor. Por ejemplo, en el curso “Modelamiento Base Fenix” se incorporó alrededor de 25 entradas de wiki que contenían lo siguiente: diagramas, la arquitectura del sistema, diccionario de datos de la base de datos y procesos contables del sistema.

Además, Moodle, al ser una herramienta de código abierto, permitió que se le incorporara un botón denominado “Buscador en API de Fenix”, que redirige al usuario a un repositorio de código creado para facilitar el trabajo con la API específica del sistema con que trabaja la empresa. Este repositorio fue creado con el objetivo de que se documente lo relacionado con el código de programación e incluye la documentación de 400 funciones y procedimientos. Adicionalmente, el repositorio gestiona validadores, reglas contables y reportes relacionados con las funciones y procedimientos documentados. Cada uno de los elementos documentados en el repositorio fueron detallados con ejemplos de uso y modos de aplicación.

Descripción de la sección cursos

Para la sección de Cursos ha sido importante crear un curso en donde se informe de todas las actualizaciones de cambios que tiene el sistema; esto permite tener información sobre las modificaciones y las configuraciones que se están realizando. El promedio de actualizaciones de cambios es de dos por semana. También, se creó alrededor de 20 entradas de wiki en la que se incorporó el diccionario de datos de la base de datos del sistema Fenix (contienen 400 tablas) e imágenes de los diagramas de procesos del sistema Fenix. A continuación, se describe lo que se implementó en la sección Cursos:

Los programadores se ingresan con su usuario y contraseña a la herramienta Moodle (Ver Figura 27).

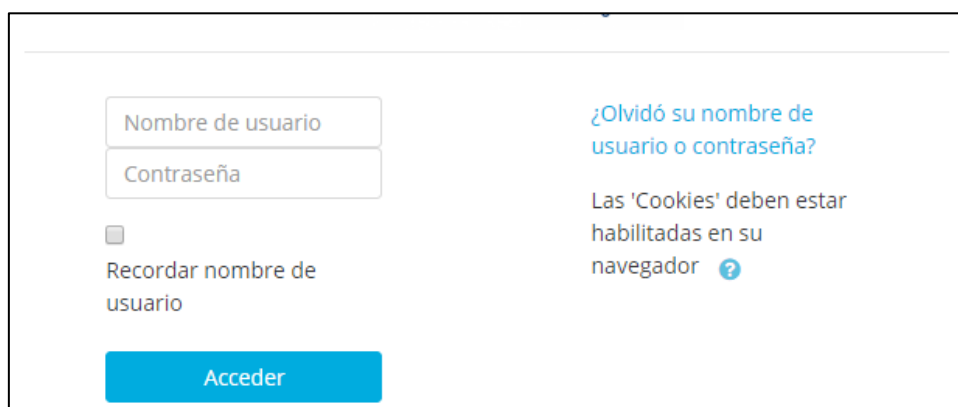


Figura 27 Ingreso herramienta de Moodle

Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje (Moodle)

Elaborado por: Investigador

Se crearon cursos de los procesos (Ver Figura 28).

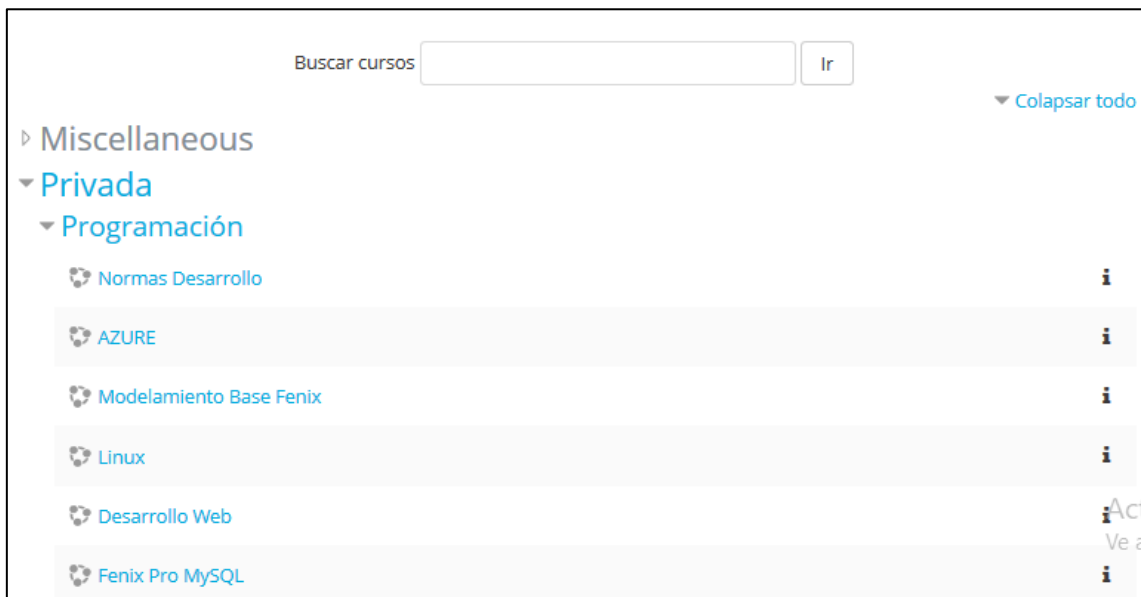


Figura 28 Cursos Moodle

Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje (Moodle)

Elaborado por: Investigador

Se incorporó la wiki al curso (Ver Figura 29).



Figura 29 Wiki del curso

Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje (Moodle)

Elaborado por: Investigador

La wiki se compone de una estructura de páginas, en la que se incorporó información de los módulos del sistema (Ver Figura 30).



Figura 30 Wiki con contenido
Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje (Moodle)
Elaborado por: Investigador

Descripción de la sección formalización del código

Para esta sección de la Formalización del Código se procedió a documentar alrededor de 400 funciones y procedimientos, con sus respectivas descripciones, parámetros, explicaciones e imágenes de los diferentes modos de aplicación. A continuación, se describe lo que se implementó en la sección Formalización del Código:

Se modificó el Moodle para incorporar un botón “Buscador en API de Fenix” (Ver Figura 31).

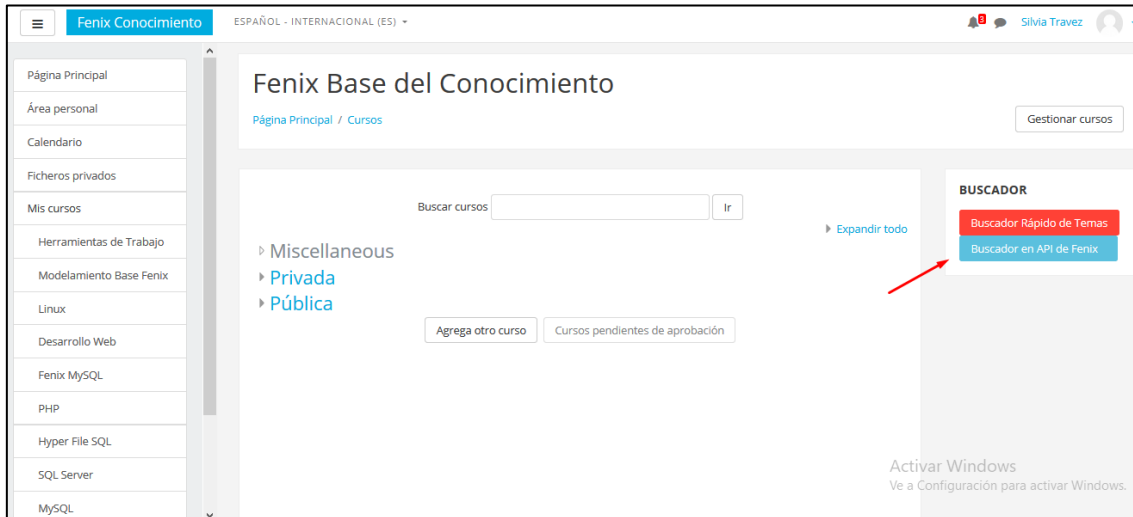


Figura 31 Buscador API Fenix

Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje (Moodle)

Elaborado por: Investigador

El botón “Buscador en API de Fenix” lleva a una página web (Ver Figura 32).

The screenshot shows the 'DOCUMENTACIÓN FENIX' web page. The header includes the 'FENIX Sistema Administrativo Integrado' logo and the text 'DOCUMENTACIÓN FENIX'. There is an 'AÑADIR +' button in the top right. Below the header, there is a search bar and a 'Mostrar 10 registros por página' dropdown. The main content is a table with the following data:

Id	Nombre	Descripción	Tipo	Aplicación	Calificación	Acciones
2	numeraoletras	Sirve para convertir un numero ingresado en letras	Procedimientos	Fenix	2	
3	Ads_Calendario	Llama a un formulario de calendario.	Procedimientos	Fenix	1	
10	ADS_TablaDinamica	Abre un formulario dentro del FENIX que permite seleccionar los campos del ALIAS actual y luego generar una tabla dinamica en EXCEL.	Procedimientos	Fenix	1	
229	parametros	Pide hasta 10 parametros	Procedimientos	Fenix	1	
1	Ads_IsNumeric	Sirve para revisar si el dato ingresado es	Procedimientos	Fenix	0	

Figura 32 Pantalla de documentación

Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje

Elaborado por: Investigador

En la página web, se describe la documentación de código de programación (Ver Figura 33).

FENIX
Sistema Administrativo Integrado

DOCUMENTACIÓN FENIX

★
Votos : 1

Descripción del Script

Nombre	Ads_Calendar
Descripción	Llama a un formulario de calendario.
Aplicación	Fenix
Tipo de Scripts	Procedimientos
Script de Ejecución	
Autor de la revisión	Edwin Toapanta
Fecha de la revisión	1
Explicación	

Figura 33 Detalle de página web de funciones
Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje
Elaborado por: Investigador

Se describe los modos de aplicación de las funciones (Ver Figura 34).

Modo de Aplicación

Parámetro que se Requieren	Ejecución	Visualizar ejecución
IcCant	numeroaletras(1253); =>Un Mil docientos Cincuenta y tres	

Comentarios Anteriores

Figura 34 Descripción de página de las funciones
Fuente: Herramienta de gestión de aprendizaje
Elaborado por: Investigador

Validación del gestor de aprendizaje

Esta estructura híbrida (Moodle Personalizado) permite tener un contenido de calidad para los programadores. La utilización de este tipo de herramienta permitió generar una experiencia de aprendizaje enriquecedora porque se almacenó contenido de calidad. Al incorporar este tipo de herramienta colaborativa permitió gestionar y promover el aprendizaje, de esta manera brindar a la empresa un ambiente virtual de aprendizaje.

Tener documentado en una herramienta de gestión de aprendizaje los procesos más importantes de la empresa permitieron que los programadores optimicen su tiempo porque pueden revisar el contenido en todo momento. Las wikis permitieron crear y mejorar las páginas de forma inmediata, dando una gran libertad al usuario, por medio de una interfaz muy simple.

Las personas que validaron la documentación fueron dos personas que tienen tiempo trabajando en la empresa, conocen el giro de negocio, conocen los procesos del sistema Fenix y tienen experiencia en software.

Una vez que se validó la documentación por las personas expertas se procedió a realizar una reunión con los jefes de área y gerencia de la empresa para exponer el contenido, de esta forma obtener la aprobación de la documentación.

6.8.1.3 Implementación de normas de codificación

Como parte del presente trabajo se definieron normas de codificación en tres categorías: para programar (Ver **Tabla 33,Tabla 34, Tabla 35**), para comentar (Ver **Tabla 36, Tabla 37, Tabla 38**) y para definir (Ver **Tabla 39**) la estructura de bases de datos. En su definición se tuvo en cuenta, como normas generales, las definidas por Google y Microsoft. Sin embargo, teniendo en cuenta la experiencia en el desarrollo de software para la empresa ADS Software Cía. Ltda., se consideró necesario establecer, en primer lugar, que las normas de codificación tengan en cuenta el contexto específico de la empresa donde se aplicarán. A continuación, se especifican cada una de las normas establecidas en el ámbito de la empresa utilizada como caso de estudio en el presente trabajo de investigación. Un

subconjunto importante de estas podrá ser aplicadas de forma automática en otras entidades y otras deberán ser adaptadas teniendo en cuenta las especificidades del lugar donde se utilizarán. Las normas para programar son:

- No utilice guiones bajos en nombres de variables.
- Mezclar mayúsculas y minúsculas mejora la legibilidad.
- La primera letra de la variable debe indicar su alcance y debe ser siempre minúscula. Tratar de evitar el uso de variables públicas (PUBLIC) y privadas. En su lugar utilizar propiedades de los objetos de su aplicación, propiedades de formularios y variables locales.

La primera letra indica el ámbito de la variable.	
Identificador	Ámbito de la variable
l	Local
g	Global
p	Private
t	Parameter
b	Publico
s	Static
fn	Function
mt	Metodo (Sub)

Tabla 33 Normas de Codificación plataforma desarrollo
Elaborado por: Investigador

La segunda letra indica el tipo de dato.	
Identificador	Tipo de dato
s	Character / String
n	Numeric/ Real / Float/ decimal / Double / Currency

d	Date
t	DateTime
b	Logical / Bit
m	Memo
a	Array
o	Object
x	Indeterminate / Variant
i	Int / integer
f	Buffer
q	Datasource / Cursor / ResultSet

Tabla 34 Normas de codificación para de tipo de dato
Elaborado por: Investigador

Convenciones para nombrar objetos	
Identificador	Controles
chk	Check box
cmb	Combo box
btn	Command button
cmg	Command Group
cnt	Container
cus	Custom
txt	Edit box
frm	Form
grd	Grid
col	Grid Column

img	Image
lbl	Label
lin	Line
lst	List box
olb	OLE Bound Control
ole	OLE Object como un ActiveX Control
opg	Option Group
pag	Page
pgf	Pageframe
sep	Separator
shp	Shape
spn	Spinner

Tabla 35 Normas de codificación para controles

Elaborado por: Investigador

Normas para comentarios

Comentario clases
<p>* Descripción: Realiza el cálculo de los impuestos</p> <p>* Fecha: 01-Ene-2018</p> <p>* Autor: Silvia Cruz</p> <p>*****</p> <p>* Resumen de modificaciones</p> <p>*</p> <p>*****</p>

Tabla 36 Normas de codificación (Comentario clases)

Elaborado por: Investigador

Comentario funciones, métodos, procedimientos
<p>*****</p> <ul style="list-style-type: none"> * Descripción: Calcula el interés del préstamo * Parámetros: <ul style="list-style-type: none"> * tnValor: Obligatorio: El valor del préstamo. * tnTasa: Obligatorio: El valor de la tasa de interés. * Devuelve: Numérico: El valor en dólares del interés * Fecha.: 01-Ene-2018 * Autor: Silvia Cruz <p>*****</p> <ul style="list-style-type: none"> * Resumen de modificaciones * <p>*****</p>

Tabla 37 Normas de codificación (Comentario funciones, métodos, procedimientos)
Elaborado por: Investigador

Comentario de Modificaciones
<p>*****</p> <ul style="list-style-type: none"> * Resumen de modificaciones * * /01 05-Ene-2018 José Diaz * Se modifico el cálculo del interés para que acepte un rango de fechas * /02 10-Feb-2018 Silvia Cruz * 1. Se agrego el tipo de moneda. * 2. Se cambio el retorno del valor de numérico a carácter. <p>*****</p>

Tabla 38 Normas de codificación (Comentario de Modificaciones)
Elaborado por: Investigador

Normas para definir la estructura de las bases de datos

Bases de Datos

- Los nombres de las bases de datos deben ser en minúsculas.
- Los nombres de las tablas deben ser en singular.
- Los campos clave foránea deben tener el mismo nombre de la tabla origen Ej. iCliente referencia a la tabla tblCliente.

Objeto	Prefijo	Ejemplo
Base de Datos	db	db_tpv
Tabla	tbl	tblEmpresa
Campo: varchar, char, text	c	cNombre
Campo: int	i	iEdad
Campo: numeric, Decimal, Real, Double	r	rIva
Campo: boolean	b	bActivo
Indice	idx	idxCodigo
Clave Foranea	fkTablaOrigenTablaDestino	fkDetalleCabecera
Funcion	fn	fnSumar
Procedimiento Almacenado	sp	spCalculo
Trigger	trg	trgActualizaDato
Vistas	v	vComprasMes

Tabla 39 Normas de codificación para la base de datos

Elaborado por: Investigador

Ejemplo de normas de codificación

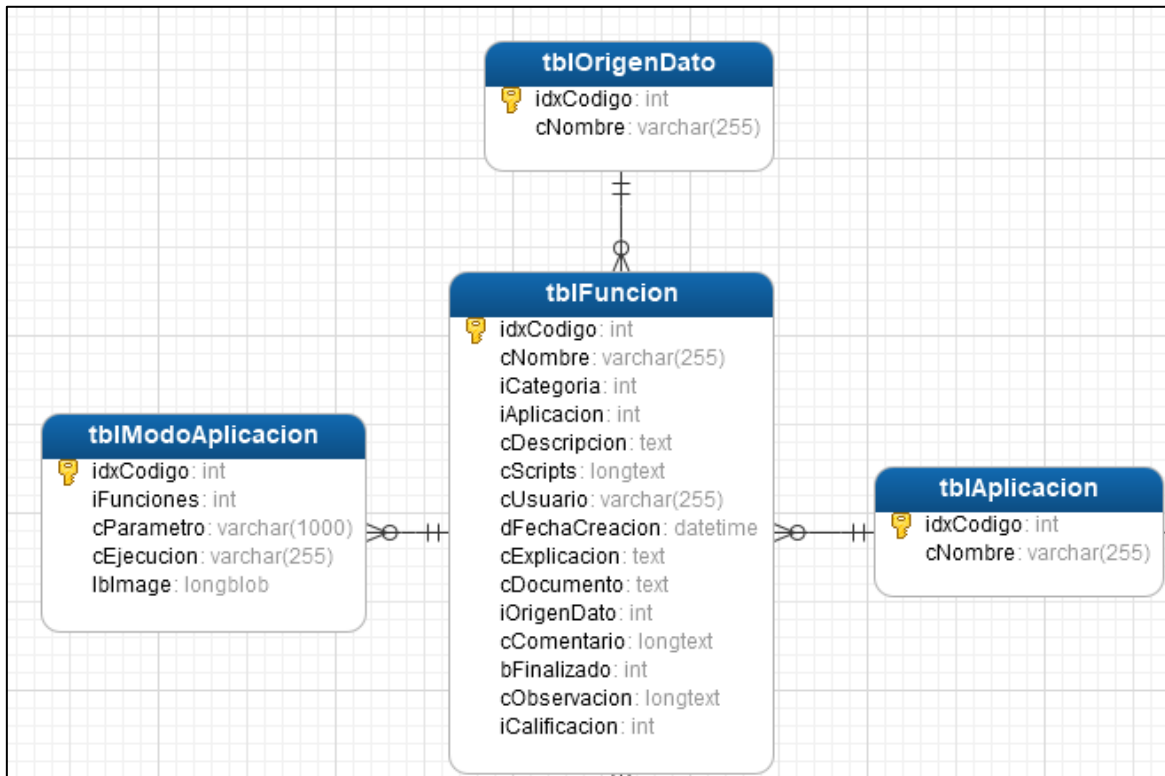


Figura 35 Ejemplo Normas Codificación

Elaborado por: Investigador

En el gráfico (Ver Figura 35), se muestra un modelo de una base de datos de un módulo que se desarrolló en el Departamento de Desarrollo, en la que se encuentra algunos ejemplos de cómo utilizar las normas de codificación de la base de datos. Aquí se puede ver que se encuentran creadas 4 tablas, cada una con sus respectivas claves primarias, así como también se describen algunos campos con sus respectivos tipos de datos.

Validación del cumplimiento de las normas de codificación en la institución caso de estudio.

Para validar la utilización o no de las normas de codificación, se procedió a realizar una verificación en los módulos desarrollados en el Departamento de Desarrollo, a partir de que se empezó con el despliegue con los programadores.

Para esta verificación se creó una tabla, en donde se colocó las variables con sus respectivos identificadores de las normas de codificación, las cuales debían ser utilizadas por los programadores en sus módulos.

Cada módulo desarrollado fue creado con diferente objetivo, por lo que para la verificación en la tabla se colocó tres columnas que son Aplica, Si y No. De esta manera se pudo validar las variables que corresponden a cada módulo, teniendo como resultado lo siguiente (Ver Tabla 40).

Identificador	Ámbito de la variable	Modulo 1			Modulo 2			Modulo 3			Modulo 4			Modulo 5		
		Aplica	SI	NO	Aplica	SI	NO	Aplica	SI	NO	Aplica	SI	NO	Aplica	SI	NO
l	Local	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
g	Global	X	X		X	X		X	X							
p	Private	X		X	X	X		X	X							
t	Parameter	X		X	X	X		X	X		X	X		X	X	
b	Publico	X		X	X	X		X	X							
s	Static															
fn	Function	X		X	X		X	X		X	X	X				
mt	Metodo (Sub)	X		X	X		X	X		X	X	X		X		X
s	Character / String	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
n	Numeric/Real/Float/ decimal/Double/Currency	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
d	Date	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
t	DateTime	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
b	Logical / Bit	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
m	Memo													X	X	
a	Array				X	X		X	X		X	X		X	X	
o	Object													X	X	
x	Indeterminate / Variant															
i	int / integer	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
f	buffer															
q	Datasource / Cursor /ResultSet	X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	
db	Base de Datos															
tbl	Tabla				X		X				X		X			
c	Campo: varchar, char, text				X		X				X		X			
i	Campo: int				X		X				X		X			
r	Campo: numeric, Decimal, Real, Double				X		X				X		X			
b	Campo: boolean				X		X				X		X			
idx	Indice				X		X				X		X			
fkTbOriTbDes	Clave Foranea				X		X									
fn	Funcion				X		X									
sp	Procedimiento Almacenado	X		X	X		X									
trg	Trigger				X		X									
v	Vistas	X		X	X		X									
Comentarios	Comentarios	X		X	X		X		X	X		X	X		X	X
	Total	17	9	8	27	14	13	16	14	2	19	13	6	14	13	1
	Porcentaje %		53	47		52	48		87	13		68	32		93	7

Tabla 40 Verificación de normas de codificación en proyectos de software

Elaborado por: Investigador

En la tabla consta la revisión de las líneas de código de los módulos. Adicionalmente se revisaron los objetos de control para el diseño de la interfaz de los módulos, en la cual se constató que en todos los módulos a veces lo utilizaban y en otras ocasiones dejaban con el nombre que la herramienta de desarrollo les proponía.

Los módulos que desarrollaron los programadores fueron 5. El porcentaje de utilización de las normas de codificación en los módulos es de más del 50% en cada uno de los módulos revisados. Los módulos que tienen más porcentaje de utilización de las normas fueron los desarrollados por programadores con más años de experiencia en la industria de software, lo que da a entender que conforme aumente la madurez del equipo de desarrollo, se utilizarán de forma más natural las normas de codificación establecidas.

Los resultados obtenidos al implementar la propuesta fueron:

Antes	Después
No existía un gestor de proyectos que permitiera la inclusión de más integrantes a un equipo de trabajo.	Permite gestionar equipos de trabajo, se crea uno y se puede incluir a los participantes. Permite trabajar vía web y su manejo es intuitivo sin necesidad de tener conocimientos avanzados.
El personal debía estar a la hora establecida para ingresar al curso.	El personal de la empresa tiene flexibilidad de ingresar a la información del curso al momento que ellos deseen.
Aunque muchas herramientas permiten la conexión, a veces era necesario estar en la empresa para poder recibir un curso ejemplo: video conferencias.	El personal se puede conectar al curso desde cualquier lugar, ahorrando en tiempo y dinero a la empresa. Así, también para la inducción de un nuevo personal puede ingresar a la herramienta para capacitarse.
La comunicación entre diferentes usuarios era limitada en cuanto a formación.	Pueden comunicarse entre diferentes usuarios (chat, email, videoconferencia),

	favoreciendo el intercambio de experiencias y conocimientos.
El código fuente era redundante, incompleto, poco fiable.	El código fuentes es más legible, eficiente y cohesionado.
Sin una norma de codificación el equipo de desarrollo podía tardarse mucho tiempo en entregar un producto terminado.	Existe mayor velocidad en el desarrollo, con reducción de horas por desarrollador.
Cada integrante de un equipo de trabajo realizaba sus proyectos individualmente lo cual causaba discusiones.	Se mejora la coordinación entre los equipos de trabajo evitando discusiones innecesarias.
Con normas no definidas, el cambio de proyecto o equipo de trabajo era muy complicado para el desarrollador.	Al desarrollador le resulta más fácil cambiar a otro proyecto o equipo de trabajo.
Sin normas o estándares de codificación el desarrollador debía adaptarse al nuevo estilo de programación en el proyecto.	El desarrollador se integra más fácilmente a un proyecto ya comenzado. Se facilita los procesos de revisión de código y la creación de scripts para testing.
Los bugs o fallos de programación eran comunes.	Con convenciones de codificación existe menor cantidad de bugs.

Tabla 41 Análisis antes y después de Implementación de la Propuesta

Elaborado por: Investigador

6.8.2 Validación estadística

Para la validación estadística de la propuesta se realizó dos tipos de encuestas. La primera encuesta está dirigida a los involucrados en la implementación en la empresa ADS Software Cía. Ltda. para validar el marco de referencia propuesto. La segunda encuesta está dirigida a profesionales que tienen experiencia en la industria de software, tanto en la industria como en la docencia para validar la propuesta.

6.8.2.1 Análisis de la encuesta dirigida a los profesionales de empresa ADS Software Cía. Ltda.

Para la verificación de los resultados obtenidos en la aplicación de la propuesta en la empresa utilizada como caso de estudio, se realizó la encuesta a la empresa ADS Software Cía. Ltda.

La encuesta es elaborada por la investigadora quien formuló las preguntas tomando en cuenta la problemática en análisis. En la evaluación participaron los ocho profesionales del departamento de Desarrollo de la empresa, para un 100% de la población involucrada en el uso experimental de la propuesta por el período de 6 meses que tuvo de duración.

Pregunta 1

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software?

	Años
Promedio	7,6

Tabla 42 Promedio de experiencia en la industria de software de los profesionales

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El promedio de años de experiencia de los encuestados en la industria del software de los profesionales es de 7.57 años. Esto evidencia que son personas que poseen conocimientos del proceso de desarrollo.

Pregunta 2

¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos en el área de desarrollo en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Descripción	1	2	3	4	5	TOTAL
Frecuencia	0	0	1	4	3	8
Porcentaje (%)	0%	0%	12%	50%	38%	100%

Tabla 43 Gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

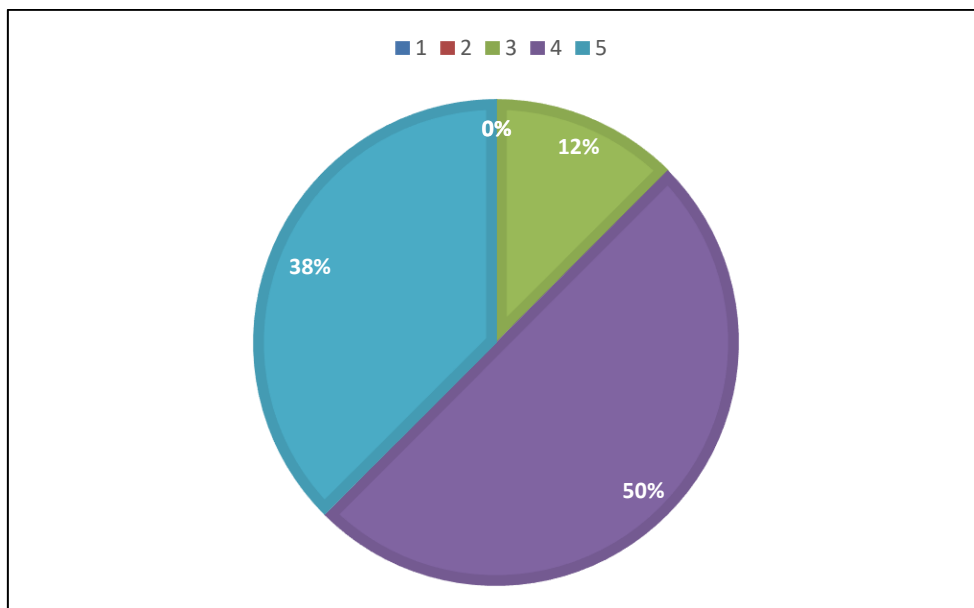


Figura 36 Gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 50% y 38% de los encuestados calificaron con puntuaciones altas (4 y 5), evidenciando así que están acuerdo que la utilización de la herramienta de gestión de tareas en la empresa mejoró la gestión de los proyectos.

Pregunta 3

¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejoró la coordinación de equipos de trabajo en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	3	5	8
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	37%	63%	100%

Tabla 44 Control de proyectos mejoró la coordinación de equipos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

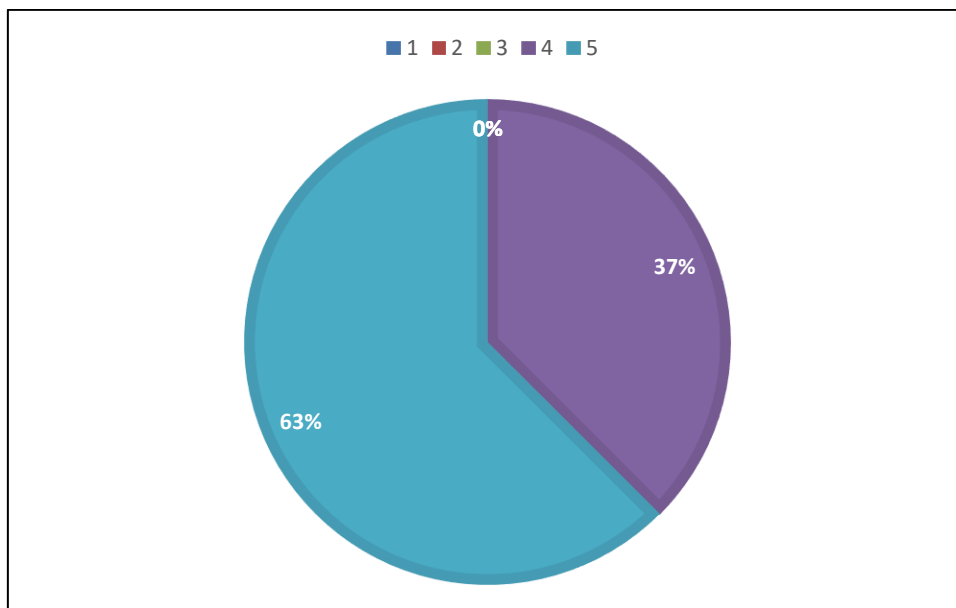


Figura 37 Control de proyectos mejoró la coordinación de equipos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 37% y el 63% de la población encuestada votaron con puntuaciones altas (4 y 5), lo que se evidencia que están de acuerdo que, se puede mejorar la coordinación de equipos de trabajo en la empresa si utiliza una herramienta de control de proyectos.

Pregunta 4

¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en la empresa ADS Software Cía. Ltda. permitió elevar el conocimiento de los programadores?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	2	5	8
Porcentaje (%)	0%	0%	12%	25%	63%	100%

Tabla 45 Gestión de aprendizaje permitió elevar el conocimiento

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

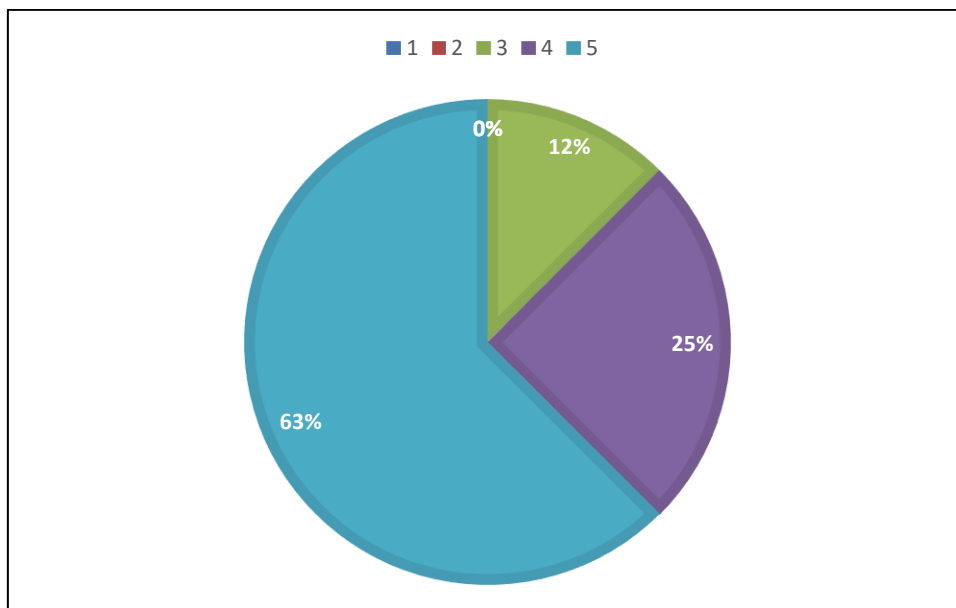


Figura 38 Gestión de aprendizaje permitió elevar el conocimiento

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: De acuerdo al gráfico, podemos observar que del 100% de la población encuestada del 25% y 63% califican con valores altos (4 y 5) la utilización de una herramienta de gestión de aprendizaje en la empresa, permitió elevar el conocimiento de los programadores.

Pregunta 5

¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permitió la creación de contenido de calidad en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	1	1	5	8
Porcentaje (%)	0%	12%	12%	13%	63%	100%

Tabla 46 Creación de contenido de calidad

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

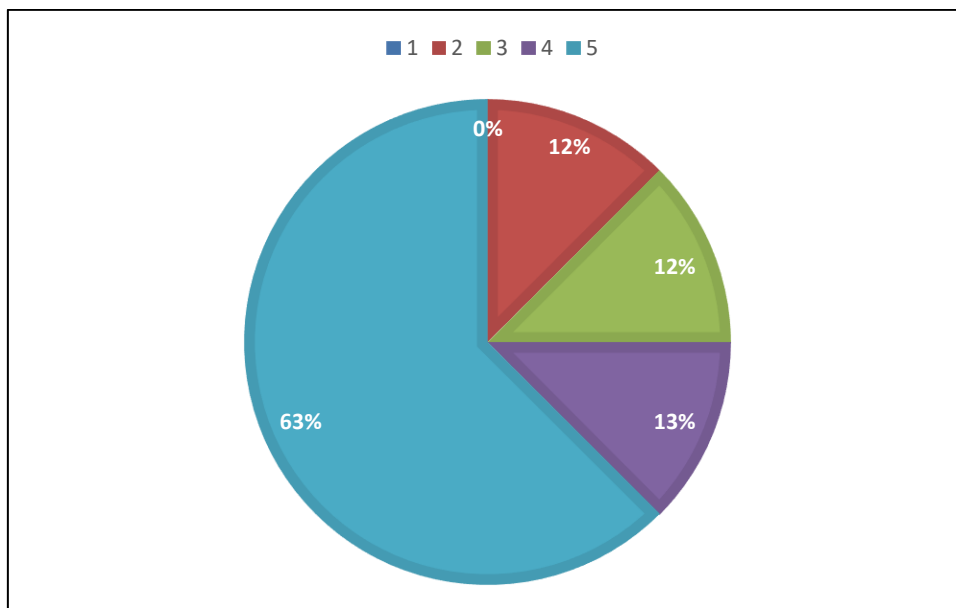


Figura 39 Creación de contenido de calidad

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que, la calificación 4 y 5 dan un total de 76% de profesionales que consideran importante tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios y permitió la creación de contenido de calidad en la empresa

Pregunta 6

¿Considera usted que documentar los procesos que impactan en la empresa ADS Software Cía. Ltda., permitió que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	3	4	8
Porcentaje (%)	0%	0%	12%	38%	50%	100%

Tabla 47 Documentar los procesos que impactan

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

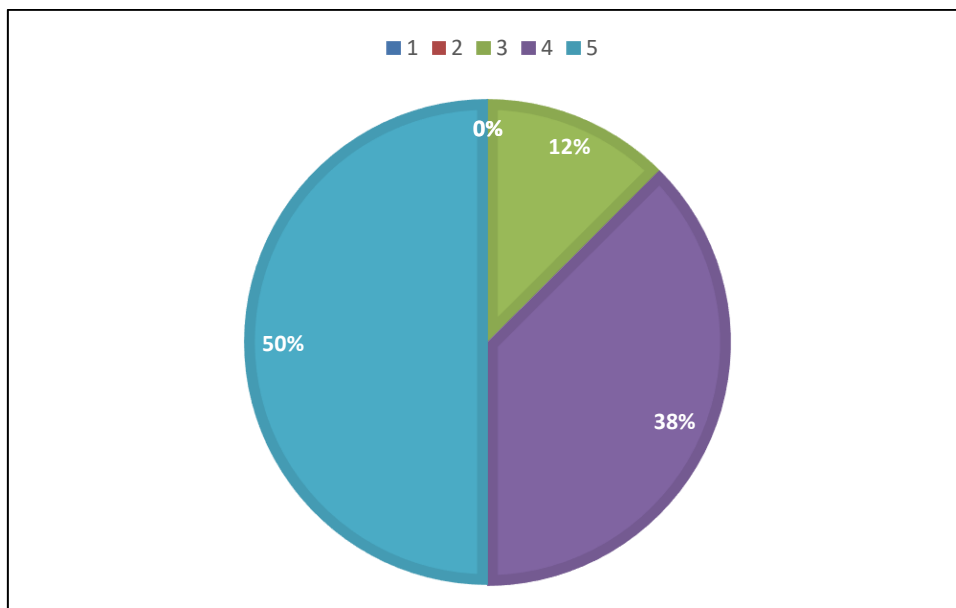


Figura 40 Documentar los procesos que impactan

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 88% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), en la cual se puede evidenciar que, están de acuerdo que documentar los procesos impactó en la empresa, además, permitió que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades.

Pregunta 7

¿Considera usted que utilizar normas de codificación en la empresa ADS Software Cía. Ltda., permitió que el programador optimice su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	6	2	8
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	75%	25%	100%

Tabla 48 Normas de codificación permitió optimiza tiempo de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

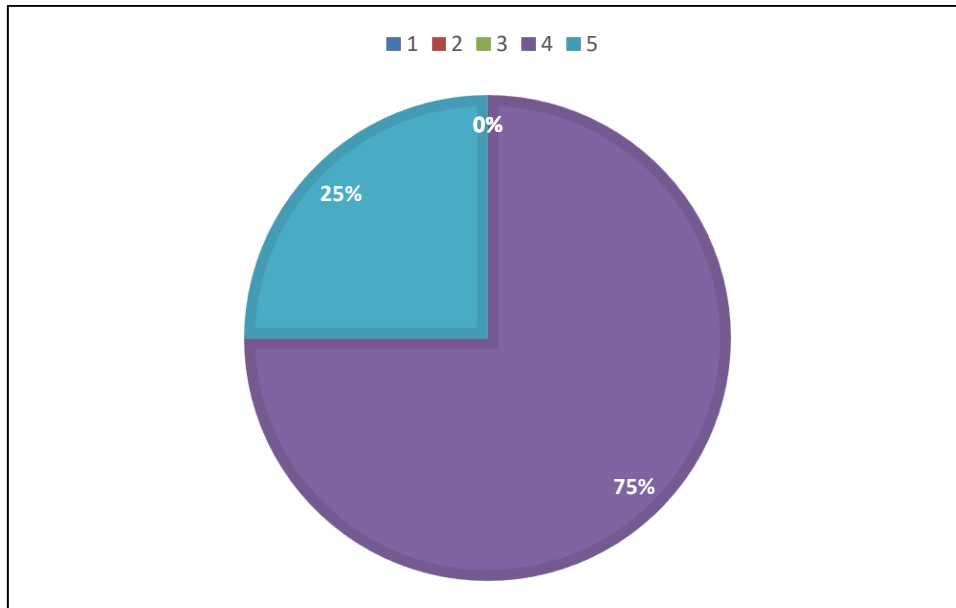


Figura 41 Normas de codificación permitió optimiza tiempo de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: Según los resultados obtenidos se puede evidenciar que el 75% están de acuerdo que utilizar normas de codificación permitió que el programador optimice su tiempo al desarrollar un módulo en la empresa.

Pregunta 8

¿Considera usted importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de software en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	1	7	8
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	12%	88%	100%

Tabla 49 Importancia de llevar un control de los proyectos de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

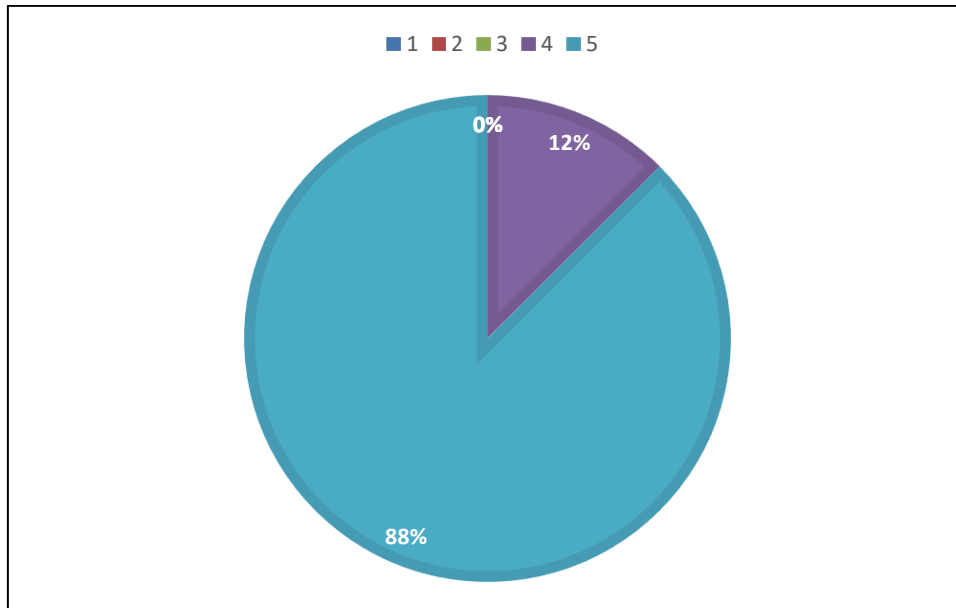


Figura 42 Importancia de llevar un control de los proyectos de desarrollo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 100% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), lo que se evidencia que los profesionales consideran de vital importancia llevar un control de los proyectos de desarrollo de software y de esta manera gestionar las tareas.

Pregunta 9

¿Considera usted que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Siendo 1 (para nada) a 5 (absolutamente de acuerdo con que sí).

Gestor de aprendizaje

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	2	5	8
Porcentaje (%)	0%	0%	12%	25%	63%	100%

Tabla 50 Relevancia del gestor de aprendizaje

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

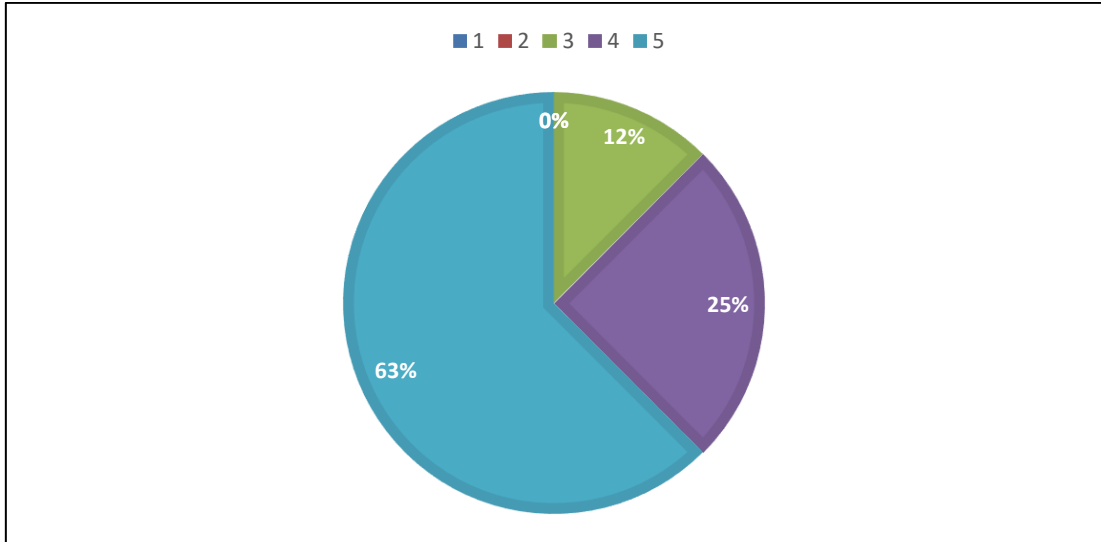


Figura 43 Relevancia del gestor de aprendizaje

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Gestor de proyectos

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	3	5	8
Porcentaje (%)	0%	0%	0%	37%	63%	100%

Tabla 51 Relevancia del gestor de proyectos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

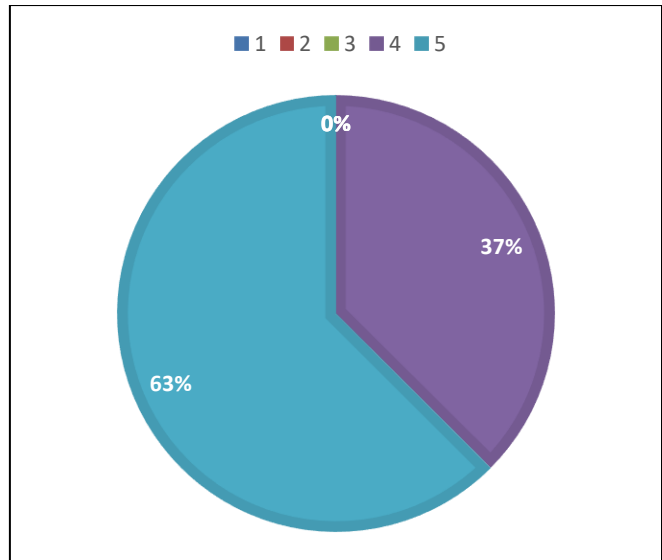


Figura 44 Relevancia del gestor de proyectos

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Normas de codificación

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	2	2	4	8
Porcentaje (%)	0%	0%	25%	25%	50%	100%

Tabla 52 Relevancia de las normas de codificación

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

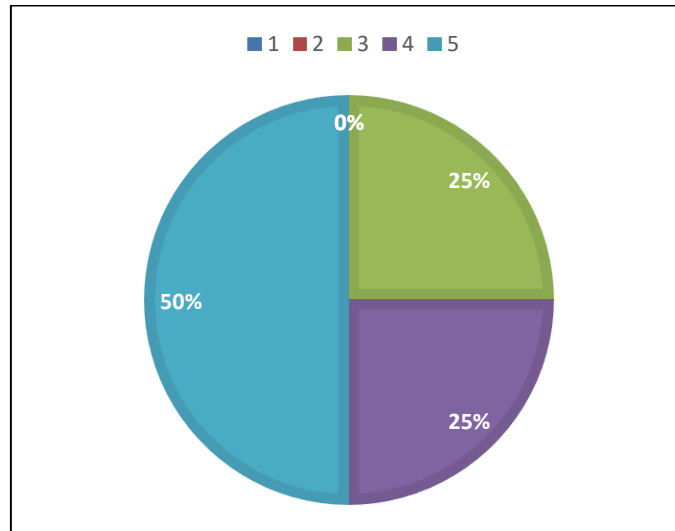


Figura 45 Relevancia de las normas de codificación

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: Según los resultados obtenidos se puede evidenciar que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo; las tres áreas propuestas tienen calificaciones altas (entre 4 y 5), quedando en este orden de relevancia: Gestor de Proyectos (100%), Gestor de Aprendizaje (88%) y Normas de Codificación (75%). El resultado de las normas de codificación se puede interpretar como la resistencia a la disciplina que impone y los cambios que requiere con relación a prácticas heredadas en el proceso de programación particulares de cada desarrollador.

Pregunta 10

¿Considera que la implementación del marco de referencia de calidad propuesto a partir de las normas ISO 9001 y CMMI, optimizó el tiempo de desarrollo de proyectos de software de la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Descripción	Si	No	Total
Frecuencia	8	0	8
Porcentaje (%)	100%	0%	100%

Tabla 53 Marco propuesto optimizó el tiempo de desarrollo
Fuente: Encuesta
Elaborado por: Investigador

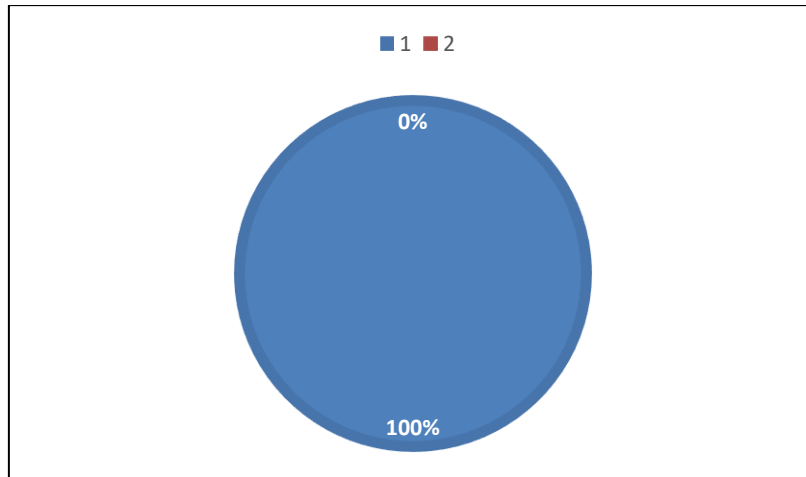


Figura 46 Marco propuesto optimizó el tiempo de desarrollo
Fuente: Encuesta
Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que el 100% están totalmente de acuerdo que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI optimizó el tiempo en el desarrollo de un proyecto de software en la empresa ADS Software Cía. Ltda.

6.8.2.2 Análisis de la encuesta dirigida a los profesionales que tienen experiencia en la Industria de Software

Para la verificación de la aplicabilidad de la propuesta para PYMES de desarrollo de software, en general, se aplicó la siguiente encuesta a profesionales que tienen experiencia en la industria de desarrollo y docencia en software.

La encuesta fue elaborada por la investigadora, quien formuló las preguntas tomando en cuenta la problemática en análisis.

Pregunta 1

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software?

	Años
Promedio	7,4

Tabla 54 Promedio en la industria de software de los profesionales

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El promedio de años de experiencia de los encuestados en la industria del software de los profesionales es de 7,4 años. Esto evidencia que son personas que poseen conocimientos del proceso de desarrollo.

Pregunta 2

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la docencia?

	Años
Promedio	4,5

Tabla 55 Promedio de experiencia en la docencia de los profesionales

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El promedio de años de experiencia en la docencia de los encuestados es de 4,5 años. Se evidencia que son profesionales con un fundamento teórico en los temas relacionados con la gestión de empresas de software.

Pregunta 3

¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en el área de desarrollo en **una PYME de desarrollo de software**?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	4	9	16	30
Porcentaje (%)	0%	3%	13%	30%	54%	100%

Tabla 56 Gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

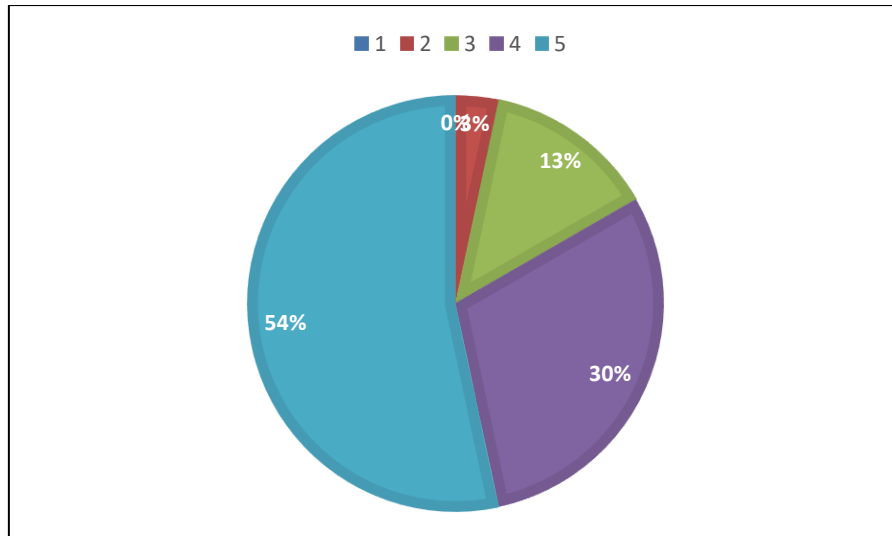


Figura 47 Gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 30% y 54% de los encuestados calificaron con puntuaciones altas (4 y 5), evidenciando así que están de acuerdo que, si se incorpora una herramienta para la gestión de tareas en una PYME de desarrollo de software mejorará la gestión de los proyectos.

Pregunta 4

¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo en **una PYME de desarrollo de software**?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	4	11	15	30
Porcentaje (%)	0%	0%	13%	37%	50%	100%

Tabla 57 Control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

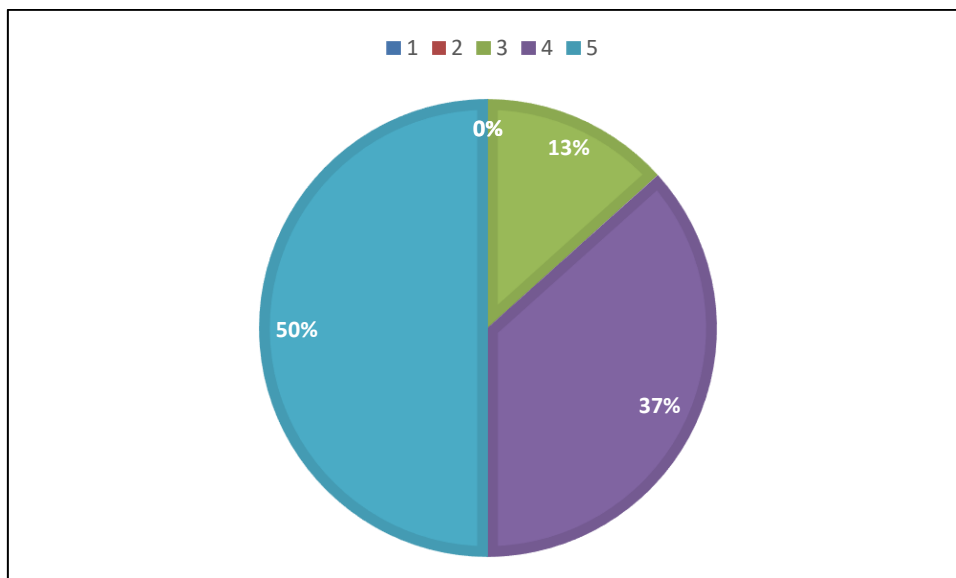


Figura 48 Control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 37% y el 50% de la población encuestada votaron con puntuaciones altas (4 y 5), lo que se evidencia que están de acuerdo que, se puede mejorar la coordinación de equipos de trabajo en una PYME de desarrollo de software si utiliza una herramienta de control de proyectos, así conlleva tiempo para su uso y despliegue.

Pregunta 5

¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en **una PYME de desarrollo de software** permite elevar el conocimiento de los programadores?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	2	15	12	30
Porcentaje (%)	0%	3%	7%	50%	40%	100%

Tabla 58 Gestión de aprendizaje en una PYME eleva el conocimiento

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

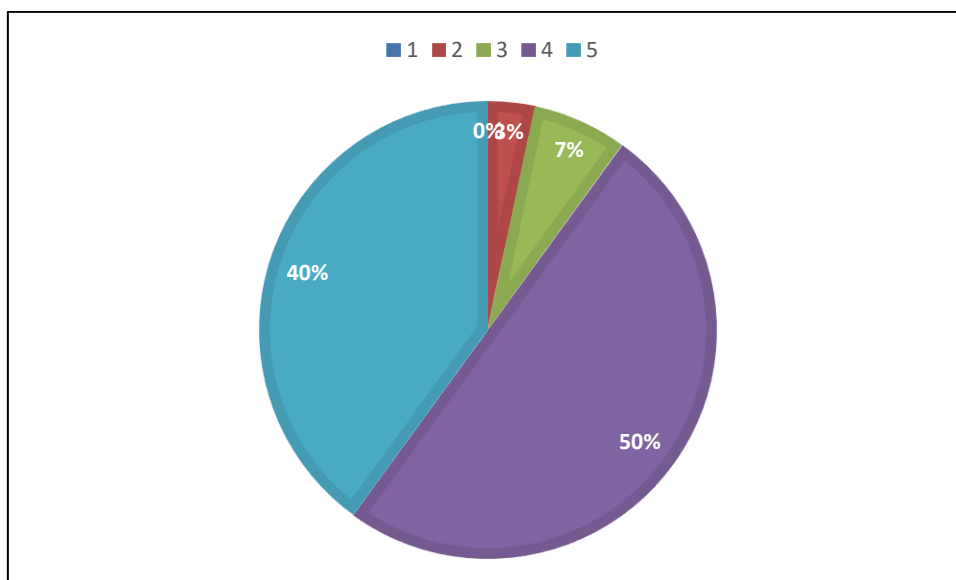


Figura 49 Gestión de aprendizaje en una PYME eleva el conocimiento

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: De acuerdo al gráfico, podemos observar que del 100% de la población encuestada del 50% y 40% califican con valores altos (4 y 5) la utilización de una herramienta de gestión de aprendizaje en una PYME de desarrollo de software, afirmando así que permitirá elevar el conocimiento de los programadores.

Pregunta 6

¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permite la creación de contenido de calidad en **una PYME de desarrollo de software?**

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	2	3	9	16	30
Porcentaje (%)	0%	7%	10%	30%	53%	100%

Tabla 59 Un sitio web permite crear contenido de calidad en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

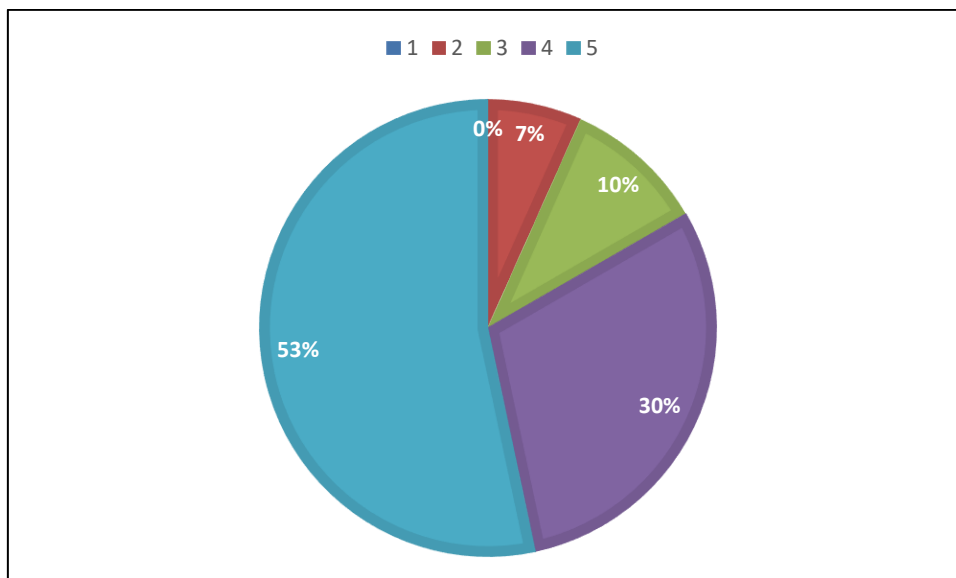


Figura 50 Un sitio web permite crear contenido de calidad en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que, la calificación 4 y 5 dan un total de 83% de profesiones que consideran importante tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, en la que se podrá crear un contenido de calidad en una PYME de software.

Pregunta 7

¿Considera usted que documentar los procesos que impactan en **una PYME de desarrollo de software**, permite que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	11	18	30
Porcentaje (%)	0%	0%	3%	37%	60%	100%

Tabla 60 Documentar los procesos impactan en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

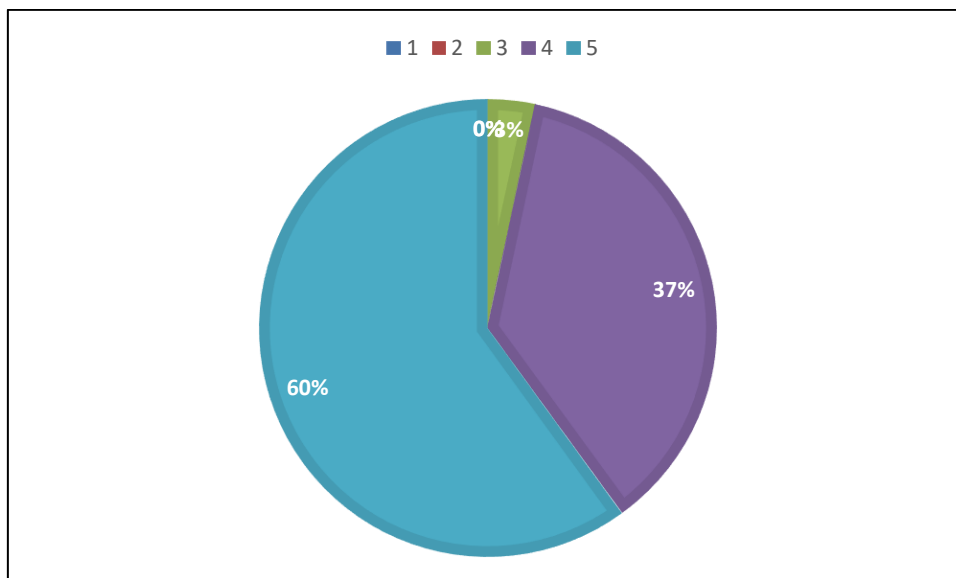


Figura 51 Documentar los procesos impactan en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 97% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), en la cual se puede evidenciar que, están de acuerdo que documentar los procesos que impactan a una PYME de desarrollo de software permitirá a los programadores optimizar su tiempo cuando realicen sus actividades.

Pregunta 8

¿Considera usted que utilizar normas de codificación en **una PYME de desarrollo de software**, permite que el programador optimizar su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	1	11	17	30
Porcentaje (%)	0%	3%	3%	37%	57%	100%

Tabla 61 Normas de codificación optimiza el tiempo en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

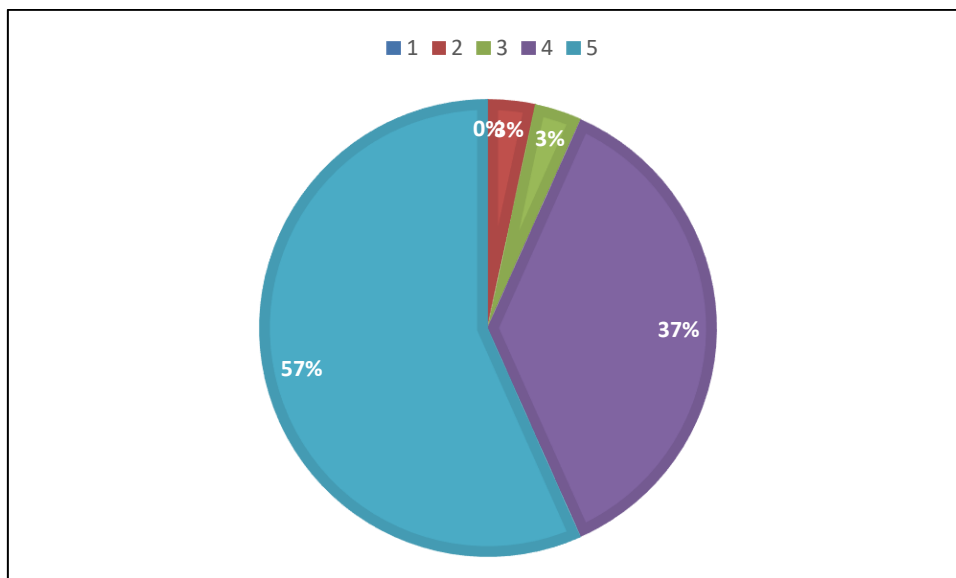


Figura 52 Normas de codificación optimiza el tiempo en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: Según los resultados obtenidos se puede evidenciar que el 94% están de acuerdo que utilizar normas de codificación permitirá que el programador optimice su tiempo al desarrollar un módulo en una PYME de desarrollo de software.

Pregunta 9

¿Considera usted importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de software en una PYME de desarrollo de software?

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	1	10	19	30
Porcentaje (%)	0%	0%	4%	33%	63%	100%

Tabla 62 Importancia de llevar un control de los proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

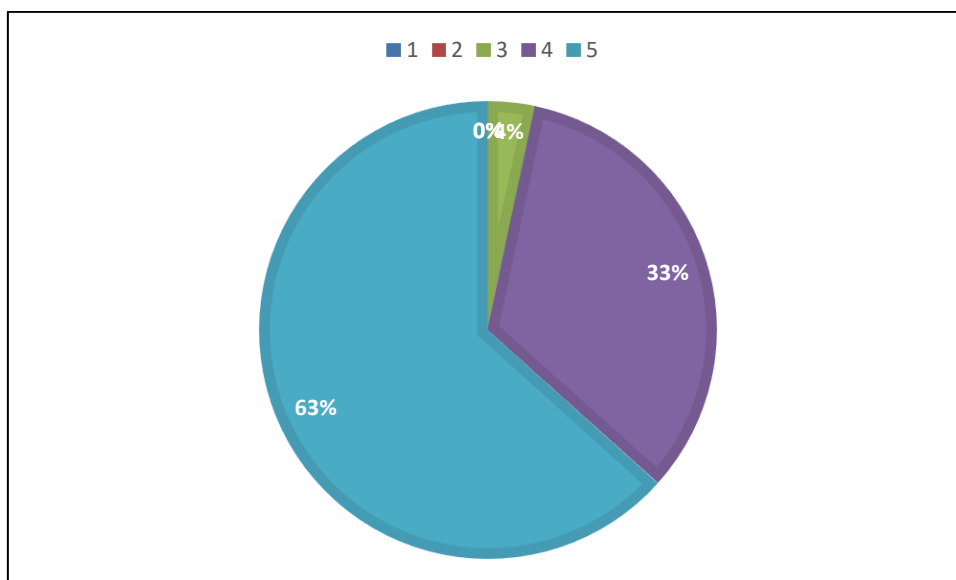


Figura 53 Importancia de llevar un control de los proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: El 96% de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), lo que se evidencia que los profesionales consideran de vital importancia llevar un control de los proyectos de desarrollo de software y de esta manera gestionar las tareas en una PYME de desarrollo de software.

Pregunta 10

¿Considera usted que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software en **una PYME de desarrollo de software?**

Siendo 1 (para nada) a 5 (absolutamente de acuerdo con que sí).

Gestor de aprendizaje

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	6	13	10	30
Porcentaje (%)	0%	3%	20%	44%	33%	100%

Tabla 63 Relevancia del gestor de aprendizaje en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

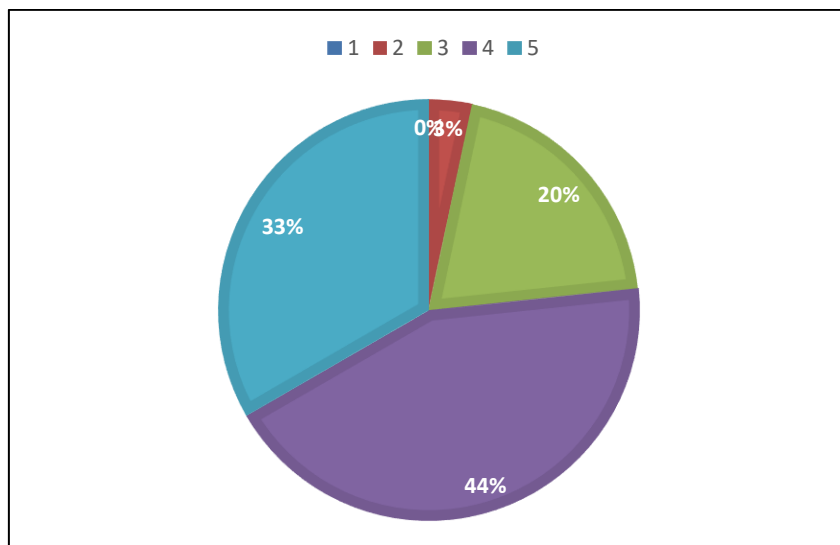


Figura 54 Relevancia del gestor de aprendizaje en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Gestor de proyectos

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	2	2	15	11	30
Porcentaje (%)	0%	7%	7%	50%	36%	100%

Tabla 64 Relevancia del gestor de proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

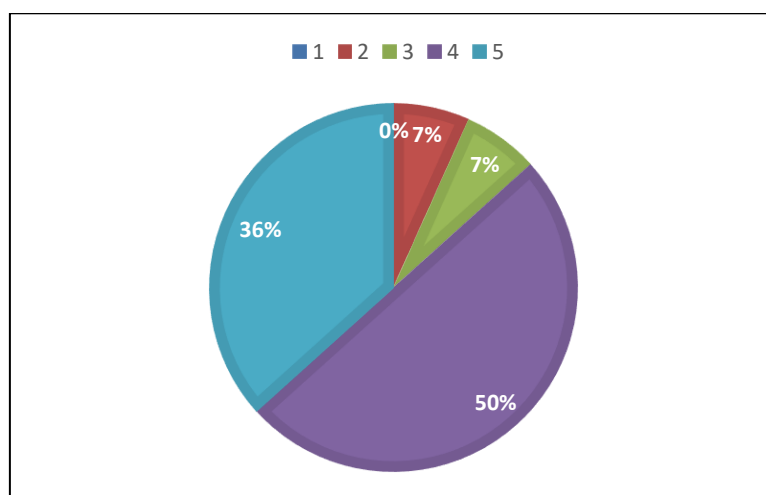


Figura 55 Relevancia del Gestor de proyectos en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Normas de codificación

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	1	5	16	8	30
Porcentaje (%)	0%	3%	17%	53%	27%	100%

Tabla 65 Relevancia de las Normas de codificación en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

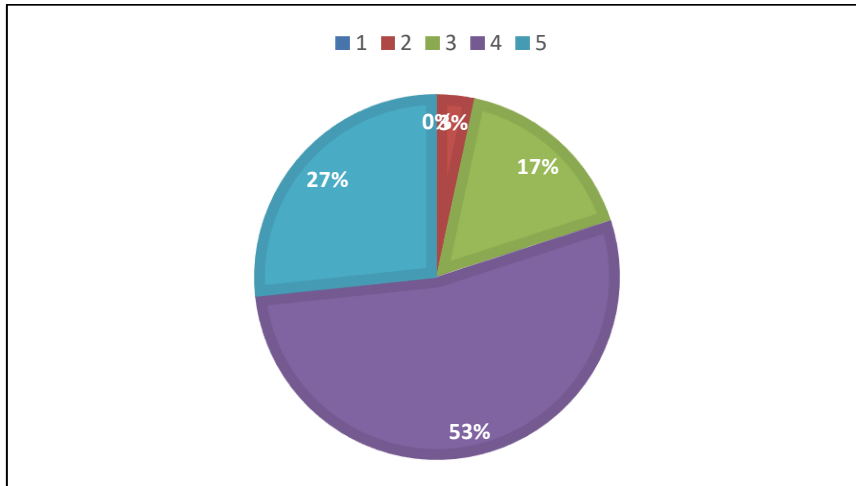


Figura 56 Relevancia de las normas de codificación en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: Según los resultados obtenidos se puede evidenciar que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en la PYME de desarrollo de software, las tres áreas propuestas tienen calificadas con puntuaciones altas (4 y 5), quedando en este orden de relevancia: Gestor de Proyectos (87%), Normas de Codificación (80%) y Gestor de Aprendizaje (77%).

Pregunta 11

¿Considera que la implementación del marco de referencia de calidad definido a partir de las normas ISO 9001 y CMMI, optimizaría el desarrollo de un proyecto de software en una PYME de desarrollo de software?

Descripción	Si	No	Total
Frecuencia	30	0	30
Porcentaje (%)	100%	0%	100%

Tabla 66 Marco propuesto optimizaría el tiempo de desarrollo en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

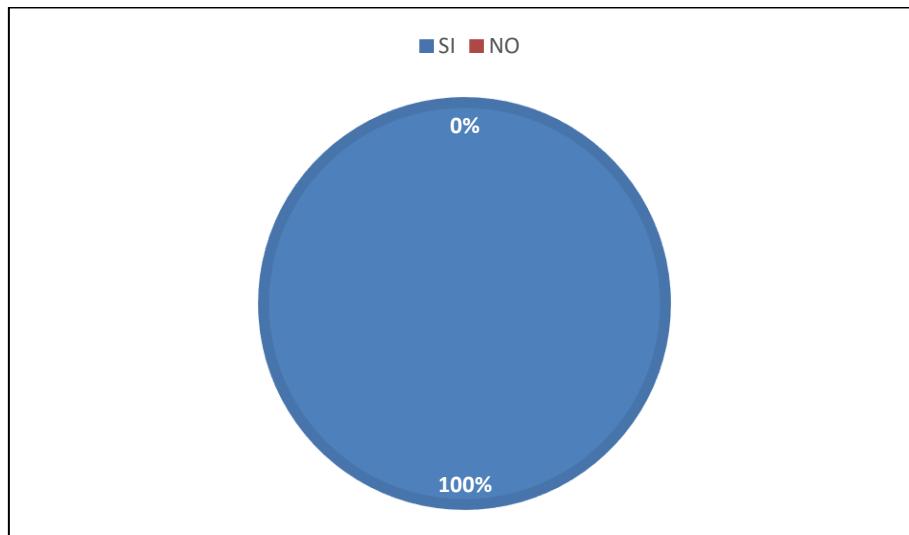


Figura 57 Marco propuesto optimizaría el tiempo de desarrollo en una PYME

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Análisis: En base a los resultados obtenidos se puede observar que el 100% están totalmente de acuerdo que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI optimizará el tiempo de desarrollo en el desarrollo de un proyecto de software en una PYME de desarrollo de software.

6.8.2.3 Interpretación de datos de las encuestas

El promedio de experiencia de los profesionales encuestados es de 7.4 años en la industria del software y 4.5 años en la docencia, por lo que se le considera como personas expertas en el área.

La mayoría de los encuestados votaron por las calificaciones más altas (4 y 5), que en total es el 88% del total de los profesionales encuestados, lo que da a entender que están

de acuerdo que, si una PYME de desarrollo de software incorpora herramientas, del tipo que se mencionan, en el proceso de desarrollo se tendrá un impacto en la productividad de los programadores. Queda validado que lo que incluye la propuesta se considera relevante para aplicar CMMI e ISO en el tema en cuestión.

Descripción	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	10	36	147	187	380
Porcentaje (%)	0%	3%	9%	39%	49%	100%

Tabla 67 Resumen de resultados de las encuestas de validación de la propuesta

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Investigador

Haciendo un análisis global de la dispersión de las respuestas (Ver **Tabla 67**), se comprueba que existe una tendencia marcada a que la respuesta este entre los valores 4 y 5, lo que indica que los criterios medidos tienen una homogeneidad y que se les da importancia por los expertos consultados. Quedando así demostrada aplicabilidad de la propuesta en la empresa ADS Software Cía. Ltda. en la que se implementó el marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI. Además, que demostrada la aplicabilidad de la propuesta en una PYME de desarrollo de software. De esta manera la PYME de desarrollo de software puede optimizar el tiempo de desarrollo en el desarrollo de un proyecto de software.

El tamaño de muestra para el análisis estadístico que se llevó a cabo no es suficiente como para que amerite un análisis estadístico más profundo. Sin embargo, la validación empírica del modelo en una empresa con dieciséis años de experiencia en el desarrollo de software y la validación cuantitativa utilizando el criterio de expertos en el área, con la visión tanto académica como de la industria del software, permiten afirmar que el modelo propuesto constituye una primera aproximación, sin precedente, para el fortalecimiento de la industria del software en la PYME de software ecuatoriana basado en las normas ISO 9001 y CMMI.

6.9 Administración

La administración del Marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI la llevará a cabo el jefe de proyectos de desarrollo conjuntamente con el apoyo de la gerencia aplicando como base los objetivos empresariales.

6.10 Previsión de la evaluación

Preguntas básicas	Explicación
¿Qué evaluar?	Tiempo de desarrollo de software.
¿Por qué evaluar?	Porque se necesita saber si el marco de referencia funciona correctamente.
¿Para qué evaluar?	Para verificar si la propuesta es efectiva.
¿Indicadores?	Horas
¿Quién evalúa?	El jefe de Desarrollo.
¿Cuándo evalúa?	Después de la aplicación de la propuesta.
¿Con qué evaluar?	Cuestionario a los profesionales que intervienen en el desarrollo de software. Normas codificación.
¿Fuentes de información?	Profesionales que intervienen en el desarrollo de software. Base de datos de las herramientas. Proyectos de software desarrollados.

Tabla 68 Previsión de la evaluación

Elaborado por: Investigador

6.11 Conclusiones

En el presente capítulo se ha definido un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo en las PYMES de desarrollo de software. Se han descrito las diferentes áreas del marco de referencia y cómo aplicarlo en una PYME de desarrollo de software. Se concluye que:

- Es necesario determinar los aspectos que las PYMEs de la industria de software ecuatoriana tienen en común, a fin de proponer criterios que sean útiles a todo el grupo.
- Para obtener documentación de calidad es clave involucrar a los entes decisores de la entidad en cuestión, para conocer el entorno de trabajo e identificar los aspectos que van a dar mayor productividad al proceso de desarrollo en la empresa.
- La norma ISO 9001 y CMMI tienen como objetivo establecer procesos estándares en el desarrollo de software, procesos posibles de repetirse. Cada uno genera beneficios a la organización y las ventajas o desventajas de cada estándar dependerán de los recursos y capacidad de la organización.
- La propuesta se validó en el contexto de una empresa pequeña de desarrollo de software, contando con el apoyo de la gerencia.
- En el análisis de los resultados en el ámbito de este caso de estudio se evidenció un aumento del 20% de la productividad en el área de desarrollo de software con respecto al período 2017, con lo que se demuestra empíricamente que las diferentes áreas del marco propuesto tienen un impacto positivo en la optimización del tiempo de desarrollo del software en PYMEs.
- Los especialistas en desarrollo de software en la PYME caso de estudio emitieron criterios positivos sobre la aplicación de la propuesta para el desarrollo de sus funciones.
- Del mismo modo, profesionales de la industria de software que fueron consultados, validaron que la propuesta es aplicable en el entorno de una PYME de desarrollo de software para optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software.

Por lo expuesto anteriormente, se considera que los objetivos del presente trabajo de tesis han sido cumplidos satisfactoriamente.

6.12 Recomendaciones

Las PYMEs de desarrollo de software deberían adoptar el marco de referencia de calidad que se propone porque les permitirá disminuir el tiempo de desarrollo de los proyectos y, además, aumentar la calidad de sus productos de software.

Partiendo de los principios que este marco de referencia de calidad propone, se recomienda el desarrollo de herramientas específicas que se adecuen a la gestión en la PYME de desarrollo de software en cuestión.

Las PYMES de desarrollo de software deberían adoptar un marco de referencia de calidad basado en las normas ISO 9001 y CMMI conjuntamente con herramientas que les permitan gestionar el proceso de desarrollo de software.

Las PYMES de desarrollo de software dependiendo a los lenguajes que utilicen se recomienda que definan normas de codificación, esto les permitirá a los ingenieros involucrados en el proyecto mejorar la forma en que trabajan.

Las PYMES de desarrollo de software debe tomar en consideración que obtener un certificado es importante, pero lo realmente importante es iniciar con implementar estándares de calidad en los procesos, que harán posible repetir los procesos con facilidad y con el tiempo mejorarlos.

El compromiso de la alta dirección de la empresa es muy importante para la implementación de la propuesta, de esta forma se asegura que los procedimientos se mantengan vigentes y no caigan en desuso.

BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, M., & Núñez, A. (02 de Febrero de 2017). *ESPAE*. Obtenido de <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2017/02/industriasoftware.pdf>
- AESOFT. (15 de 12 de 2017). *ESPOL*. Recuperado el 06 de 06 de 2017, de <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2017/02/industriasoftware.pdf>
- Agramonte, E., Rodríguez, K., Martínez, C., & Reyes, J. (2016). *Mapas de compatibilidad del modelo de calidad para el desarrollo de aplicaciones informáticas*. Habana.
- Ali, M. (2006). *Metrics for Requirements Engineering*.
- Alzate, F. (23 de 02 de 2011). *ISO 9001 Calidad Total*. Obtenido de <http://iso9001-calidad-total.com/importancia-de-la-documentacion-de-un-sistema-de-calidad/>
- Arboleda, H., Paz, A., & Casallas, R. (2013). Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes. *Estudios Gerenciales*, 177-188.
- Armas, R., & Chamorro, A. (2007). *Desde ISO 9001 hacia CMMI, pasos para la mejora de los procesos y métricas*.
- Ayasca, A. (3 de Marzo de 2013). *Alexanderae*. Obtenido de <https://alexanderae.com/pep8-guia-de-estilo-para-python.html>
- Blog de calidad ISO*. (23 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://blogdecalidadiso.es/algunos-casos-de-exito-en-calidad-iso/>
- Cadena, P. (2015). *Adaptación de Marcos de Referencia de Calidad a la Industria de desarrollo de Software en Ecuador (Tesis de Maestría)*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3420/1/UDLA-EC-TMGSTI-2015-18%28S%29.pdf>
- Calvo, J., Garzías, J., Piattini, M., Pino, F., Salillas, J., & Sánchez, J. (2008). Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: los informes técnicos ISO/IEC 29110. *Española de Innovación*.
- cgn*. (9 de Diciembre de 2017). Obtenido de

- https://www.cgn.gub.uy/innovaportal/file/83018/1/material_concurso_r14_cgn_2017.pdf
- CMMI. (Noviembre de 2010). *CMMI para Desarrollo, Versión 1.3*. Obtenido de <https://cmmiinstitute.com/getattachment/4439387f-28aa-4f3a-8f2b-a0cc5b449e47/attachment.aspx>
- Cobian. (09 de Julio de 2014). *Cobian*. Obtenido de <https://www.cobianmedia.com/2014/07/09/software-de-gestion-proyectos/>
- Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. (08 de Noviembre de 2017). *Registro Oficial, Gobierno del Ecuador, Suplemento, Año IV(499)*.
- Córdova, I. (2017). *El sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001:2008 para la empresa PROAGRIP CÍA. LTDA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24661/1/22%20GPAg.pdf>
- Diez, L. (Septiembre de 2013). *Danysoft*. Obtenido de <https://www.danysoft.com/free/csharp2.pdf>
- Domínguez, E., Domínguez, V., Ramírez, A. d., & Moreno, J. (2015). Reglas de calidad para la codificación estandarizada en lenguaje c: una propuesta para la enseñanza a nivel superior .
- EAE, B. (2017). *EAE*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/que-es-la-guia-pmbok-y-como-influye-en-la-administracion-de-proyectos/>
- EKosNegocios. (Julio de 2015). *EKosNegocios*. Recuperado el 07 de 07 de 2017, de <http://www.ekosnegocios.com/revista/pdfTemas/1259.pdf>
- Fernández, F. (Julio de 2017). *Elaboración de un benchmarking sobre plataformas existentes para la gestión de proyectos ágiles (Tesis)*. Obtenido de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679901>
- Fontalvo, T., & Vergara, J. (2010). *LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS ISO 9001:2008* .
- Gallegos, A., & Ortiz, P. (Agosto de 2011). *Repositorio ESPE*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4275/1/T-ESPE-032633.pdf>
- González, Y., León, N., Hernández, J., & Medina, M. (2014). *Análisis del estado actual*

- de certificaciones CMMIDEV ver. 1.3 año 2013 y 2014, a nivel Mundial y en México.* Mexico.
- Grady, S. (7 de Marzo de 2018). *RedMonk*. Obtenido de <https://redmonk.com/sogrady/2018/03/07/language-rankings-1-18/>
- Interdominios. (s.f.). *Interdominios*. Obtenido de <https://blog.interdominios.com/poniendo-prueba-trello-la-herramienta-gestionar-equipos-proyectos/>
- ittgweb*. (29 de Mayo de 2016). Obtenido de <https://ittgweb.wordpress.com/2016/05/29/4-3-confiabilidad-en-el-software/>
- Li, X., & Prasad, C. (2016). Effectively Teaching Coding Standards in Programming.
- Llaneza, M., Dapozo, G., & Greiner, C. (2013). *Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27251/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Manjarres, L. (Septiembre de 2015). *Las normas de calidad ISO 9001:2015 y su relación con la competencia de la empresa Creaciones Luigi de la ciudad de Ambato*. Recuperado el 15 de 10 de 2017, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13632/1/287%20o.e..pdf>
- Morales, M. (s.f.). *Lider de Proyecto*. Obtenido de http://www.liderdeproyecto.com/manual/cmml_y_la_administracion_de_proyectos.html
- Normas9000*. (2017). Obtenido de <http://www.normas9000.com/content/que-es-iso.aspx>
- Normativa ISO 9001*. (2015). Obtenido de <https://www.bps.gub.uy/bps/file/13060/1/normativa-internacional-iso-9001.2015.pdf>
- Nueva ISO 9001:2015*. (23 de Julio de 2015). Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2015/07/iso-9001-2015-introduccion>
- Portero, A. (Mayo de 2017). *UTA*. Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25532/1/Tesis_t1233id.pdf
- Rodríguez, A. (2016). *Aprender a programar*. Obtenido de https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=ar

title&id=646:documentar-proyectos-java-con-javadoc-comentarios-simbolos-tags-deprecated-param-etc-cu00680b&catid=68&Itemid=188

Sánchez, S. (08 de 2012). *Criterios para la Adaptabilidad de Estándares y Modelos de Procesos de software en PYMES Ecuatorianas*. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de <http://sandrasanchez.blog.epn.edu.ec/wp-content/uploads/sites/141/2014/07/UPS-agosto-2012-Adaptabilidad-de-est%C3%A1ndares-para-PYMES.pdf>

Sanchis, F. (2012). *La medición del software*. Madrid.

Sanchis, R. (4 de Septiembre de 2013). *Upv*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31932/Memoria.pdf>

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. México: Pearson Educación.

Soto, B. (2017). *Análisis comparativo de las herramientas software para gestión de proyectos*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90695/35596893T_TFM_15010099779996423370487153300304.pdf?sequence=2

Valdivia, D., & Valdivia, E. (Junio de 2005). *Estándares de calidad para pruebas de software (Tesis de Maestría)*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/272/Valdivia_ee.pdf?sequence=1

Vega, V., Gasca, G., & Echeverry, J. (2015). *Análisis Comparativo de Modelos de Calidad*. Obtenido de <http://docplayer.es/5994070-Analisis-comparativo-de-modelos-de-calidad.html>

ANEXOS

ANEXO 1 Modelo de la encuesta para validar la pertinencia de la propuesta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E

INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Objetivo:

Obtener información referente a la adaptación de las normas ISO 9001 y CMMI al desarrollo de software para una **pequeña empresa de desarrollo de software** caracterizada por contar con unos 5 programadores, que, por lo general, trabajan cada uno en un proyecto con cierta independencia, una persona administrativa que gestiona y controla el avance de los desarrollos y una persona que conoce los procesos del sistema. Cada programador es encargado de desarrollar un módulo, una vez culminado es entregado a un técnico para la validación.

Investigador: Ing. Silvia Trávez

Instrucciones: Califique de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor calificación para los siguientes ítems.

1. ¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software?
2. ¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la docencia?
3. ¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleve su despliegue y uso?

1	2	3	4	5

4. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleva su despliegue y uso?

1	2	3	4	5

5. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en una **pequeña empresa de desarrollo de software** permitirá elevar el conocimiento de los programadores, a pesar del tiempo que conlleva su uso?

1	2	3	4	5

6. ¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permitirá la creación de contenido de calidad en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, a pesar del tiempo que conlleva su implementación?

1	2	3	4	5

7. ¿Considera usted que documentar los procesos que impactan una **pequeña empresa de desarrollo de software** permitirá que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

1	2	3	4	5

8. ¿Considera usted que utilizar normas de codificación en una **pequeña empresa de desarrollo de software**, permitirá que el programador optimice su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

1	2	3	4	5

9. ¿Considera usted que importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de software en una **pequeña empresa de desarrollo de software**?

1	2	3	4	5

10. ¿Considera usted importante que una **pequeña empresa de desarrollo de software** incorpore normas internacionales como ISO 9001 y CMMI para mejorar la calidad del software, a pesar del tiempo que conlleve su implementación?

1	2	3	4	5

11. ¿Considera que la implementación de un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI disminuirá el tiempo de desarrollo en el desarrollo de un proyecto de software en una **pequeña empresa de desarrollo de software**?

SI

NO

ANEXO 2 Modelo de la encuesta verificar la propuesta en la empresa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Objetivo:

Obtener información referente a la implementación del marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI en la empresa ADS Software Cía. Ltda. propuesta por el investigador.

Investigador: Ing. Silvia Trávez

¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software? _____

Instrucciones: Califique de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor calificación para los siguientes ítems.

1. ¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejoró la gestión de los proyectos en el área de desarrollo en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

1	2	3	4	5

2. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejoró la coordinación de equipos de trabajo en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

1	2	3	4	5

3. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en la empresa ADS Software Cía. Ltda. permitió elevar el conocimiento de los programadores?

1	2	3	4	5

4. ¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permitió la creación de contenido de calidad en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

1	2	3	4	5

5. ¿Considera usted que documentar los procesos que impactan en la empresa ADS Software Cía. Ltda., permitió que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

1	2	3	4	5

6. ¿Considera usted que utilizar normas de codificación en la empresa ADS Software Cía. Ltda., permitió que el programador optimice su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

1	2	3	4	5

7. ¿Considera usted importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de

software en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

1	2	3	4	5

8. ¿Considera usted que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software en la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

Siendo 1 (para nada) a 5 (absolutamente de acuerdo con que sí).



El marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI propuesto

Áreas marco de referencia de calidad	1	2	3	4	5
Gestor de Aprendizaje					
Gestor de Proyectos					
Normas de Codificación					

9. ¿Considera que la implementación del marco de referencia de calidad propuesto a partir de las normas ISO 9001 y CMMI, optimizó el tiempo de desarrollo de proyectos de software de la empresa ADS Software Cía. Ltda.?

SI	NO

ANEXO 3 Modelo de encuesta verificar propuesta dirigida a profesionales

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Objetivo:

Obtener información referente a la implementación un marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI en **una PYME de desarrollo de software.**

Investigador: Ing. Silvia Trávez

1. ¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la industria de software?
2. ¿Cuántos años tiene usted de experiencia en la docencia?

Descripción del marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI



El marco de referencia de calidad aplicando las normas ISO 9001 y CMMI

Gestor de aprendizaje: está enfocada en que los miembros del equipo compartan el conocimiento y colaboren en la realización de la documentación de temas que impactan en el desarrollo de un proyecto de software.

Gestor de proyectos: está enfocada en la gestión de proyectos, aquí se muestra una herramienta que facilita el seguimiento y control de los proyectos de desarrollo de software, de esta manera nos permite explicar de forma sencilla el seguimiento de los diferentes proyectos, los miembros del equipo que participan en cada uno, las tareas asignadas y el avance que cada una de ellas.

Normas de codificación: está enfocada en la estandarización de código, mostrando una lista de reglas y convenciones que se usan frecuentemente en la codificación para construir un proyecto de software.

Instrucciones: Califique de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación y 1 la menor calificación para los siguientes ítems.

1. ¿Considera usted que utilizar una herramienta para la gestión de tareas mejora la gestión de los proyectos en el área de desarrollo en **una PYME de desarrollo de software**?

1	2	3	4	5

2. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de control de proyectos mejora la coordinación de equipos de trabajo en **una PYME de desarrollo de software**?

1	2	3	4	5

3. ¿Considera usted que utilizar una herramienta de gestión de aprendizaje en **una PYME de desarrollo de software** permite elevar el conocimiento de los programadores?

1	2	3	4	5

4. ¿Considera usted que tener un sitio web con contenido que pueda ser editado por múltiples usuarios, permite la creación de contenido de calidad en **una PYME de desarrollo de software**?

1	2	3	4	5

5. ¿Considera usted que documentar los procesos que impactan en **una PYME de desarrollo de software**, permite que los programadores optimicen su tiempo al realizar sus actividades?

1	2	3	4	5

6. ¿Considera usted que utilizar normas de codificación en **una PYME de desarrollo de software**, permite que el programador optimizar su tiempo al momento de desarrollar un módulo?

1	2	3	4	5

7. ¿Considera usted importante llevar un control de los proyectos de desarrollo de software en **una PYME de desarrollo de software**?

1	2	3	4	5

8. ¿Considera usted que las áreas del marco de referencia de calidad definido son relevantes al aplicar las normas ISO 9001 y CMMI para optimizar el tiempo de desarrollo de un proyecto de software en **una PYME de desarrollo de software?**

Siendo 1 (para nada) a 5 (absolutamente de acuerdo con que sí).

Áreas marco de referencia de calidad	1	2	3	4	5
Gestor de Aprendizaje					
Gestor de Proyectos					
Normas de Codificación					

9. ¿Considera que la implementación del marco de referencia de calidad definido a partir de las normas ISO 9001 y CMMI, optimizaría el desarrollo de un proyecto de software en **una PYME de desarrollo de software?**

SI	NO

ANEXO 4 Criterios de evaluación de herramientas de gestor de aprendizaje

Característica	Calificación
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • 1 de pago. • 5 gratuita.
Integración con sistemas de Pago	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no existen módulos de pago. • 2 con sistema de pagos Blackboard Learn. • 4 no se incluye por defecto, pero existen módulos de pago.
Integración con redes sociales	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no existen herramientas para la integración. • 2 existen soluciones que permiten una integración parcial con Facebook o Twitter.
Posibilidad de contratar el sistema alojado en servidores de terceros.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no existe una solución oficial. • 5 ofrece alojar en sus servidores ahorrando el trabajo de instalación y gestión.
Compatibilidad con Sistemas Operativos	<ul style="list-style-type: none"> • 4 necesita de un sistema operativo específico Linux o Windows server. • 5 se puede ejecutar en cualquier sistema operativo.
Compatibilidad con navegadores	<ul style="list-style-type: none"> • 5 con cualquier tipo de navegadores.
Compatibilidad con Bases de Datos	<ul style="list-style-type: none"> • 4 puede integrarse con cualquier base de datos relacional. • 5 compatibilidad con Bases de Datos.
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no existe calificación. • 2 en la versión ejecutable requiere instalar y poner en funcionamiento en un servidor específico (Tomcat). • 4 si las extensiones necesarias de PHP están instaladas la dificultad es mínima.
Tiempo de instalación	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no existe calificación. • 3 algunas horas. • 5 pocos minutos.
Configuración	<ul style="list-style-type: none"> • 3 la configuración puede resultar completa por la cantidad de tipos de curso diferentes. • 4 la configuración es sencilla.
Personalización	<ul style="list-style-type: none"> • 2 la personalización es escasa. • 4 se puede configurar la visibilidad o invisibilidad de cada apartado e incluir las herramientas y contenidos que se desee. • 5 cuando se incluye herramientas y contenido en la plataforma se puede seleccionar la forma de ordenarlo creando temas, apartados, categorías de herramientas.
Selección de módulos o herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • 4 para cada curso, portafolio o proyecto se puede seleccionar los módulos que se quiera emplear. • 5 las diferentes herramientas o módulos se añaden a cada apartado del curso donde se desee usar.
Temas	<ul style="list-style-type: none"> • 2 se incluyen diferentes temas, aunque son solo estéticos, de fondo y colores conservando la estructura, posición y orden de todos los menús y secciones. • 4 incluye varios temas y se pueden añadir temas diseñados por terceros.

Temas por curso	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no. • 5 sí.
Posibilidad de modificar el diseño vía web	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no • 4 permite añadir código CSS desde la web aplicándolo a todas las páginas de la misma.
Idiomas disponibles	<ul style="list-style-type: none"> • 4 de 15 a 16 idiomas incluyendo el castellano. Las traducciones al castellano son incompletas. • 5 86 idiomas, incluyendo Castellano, vasco, Catalán y Gallego
Importar usuarios externos	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no existe calificación. • 2 por defecto no se incluyen herramientas para importar listas de usuarios. • 4 sí, mediante matriculación a partir BBDD externas o importando usuarios de listados CSV.
Medios de autenticación	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no existe calificación. • 3 por defecto sólo es posible hacerlo mediante los usuarios registrados por el administrador. • 5 existen diferentes medios que se activan mediante plugin.
Autenticación con redes sociales	<ul style="list-style-type: none"> • 0 no existe calificación. • 1 no. • 2 limitada. Mediante módulo externos, es posible identificarse mediante Facebook.
Comprensión de Menús	<ul style="list-style-type: none"> • 3 el menú del curso es claro, aunque no permite organizar los contenidos por temas o semanas. • 4 los menús son claros y diferenciados entre menú de usuario y curso. • 5 los menús de usuario o plataforma y los accesorios del curso son claros y accesibles.
Plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • 2 la configuración de la plataforma es confusa. • 3 los menús de plataforma están claramente diferenciados de los cursos y el uso es sencillo. • 4 simple para los apartados básicos, compleja en las funciones de red social.
Curso	<ul style="list-style-type: none"> • 4 la navegación por los cursos es simple. • 5 el trabajo con cursos es simple si estos se crean de forma coherente.
Wiki	<ul style="list-style-type: none"> • 2 carece de un sistema intuitivo para enlazar páginas de la propia Wiki. • 5 siempre son colaborativos, no existe la opción de wikis individuales.
Foro	<ul style="list-style-type: none"> • 3 dispone de una vista de calificación donde se pueden ver las estadísticas de un alumno concreto y acceder a todas sus publicaciones en el foro. • 5 permite calificar individualmente cada intervención o la participación del usuario en todo el foro.
Chat	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no. • 4 si, se pueden indicar horarios para trabajar con la herramienta (diarios o semanales).

	<ul style="list-style-type: none"> • 5 sí, con una o varias salas. Sin herramientas para evaluar la participación.
Glosario	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no se incluye una herramienta glosario por defecto. • 3 no funciona como herramienta de trabajo. • 4 permite incluir glosarios individuales o colaborativos.
Blogs	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no se incluye una herramienta de blogs por defecto. • 2 existen blogs de usuario, pero no como parte de los cursos. • 4 las opciones de calificación son limitadas, aunque se permite el uso de rúbricas.
Herramientas para crear material	<ul style="list-style-type: none"> • 3 si, lección y libro. • 4 si, herramientas para crear contenidos simples y complejos.
Herramientas para importar	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no. • 2 sólo contenido en formato CC de IMS.
Herramientas para exportar	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no.
Integración de contenidos externos	<ul style="list-style-type: none"> • 3 si, enlaces a contenido multimedia, integración de webs externas.
Gestión de enlaces	<ul style="list-style-type: none"> • 4 permite enlazar URL y editar las propiedades del enlace, también buscar ficheros en la plataforma o subirlos y enlazarlos.
Gestión de ficheros adjuntos	<ul style="list-style-type: none"> • 2 enlazar usando la url del fichero o seleccionando los alojados en el servidor, pero no permite subir un nuevo fichero • 5 permite enlazar contenidos desde la URL, desde la plataforma o subiéndolos desde el ordenador.
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Sakai dispone de una wiki donde se almacena la documentación oficial y de un sistema de tickets para gestionar los errores. • 3 Blackboard dispone de una web de documentación (Blackboard help) información muy amplia y ordenada. • 4 Moodle dispone de una wiki a modo de manual donde se detallan las diferentes secciones, componentes, herramientas.
Ayuda para el usuario final	<ul style="list-style-type: none"> • 1 no existen por defectos opciones de ayuda desde la misma plataforma para los alumnos. • 2 sólo algunas herramientas incluyen ayuda para su uso. • 4 sí. cada ventana o apartado dispone de una página de ayuda accesible desde el icono del interrogante.

ANEXO 5 Mapa de compatibilidad entre la norma ISO 9001 y CMMI

Modelo de Calidad para el Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI)	ISO 9001	CMMI
Gestión de Procesos Organizacionales	Parcialmente	Parcialmente
Gestión del Conocimiento	Parcialmente	Parcialmente
Ingeniería de Requisitos	Parcialmente	Ampliamente
Pruebas de Software	Parcialmente	Parcialmente
Desarrollo de la Solución	No aplica	Parcialmente
Medición y Mejora	Parcialmente	Ampliamente
Aseguramiento de la Calidad	Parcialmente	Ampliamente
Gestión de la Configuración	Parcialmente	Ampliamente
Gestión de Proyecto	Parcialmente	Ampliamente
Gestión de Riesgos	Parcialmente	Parcialmente
Gestión de Adquisición	Parcialmente	Parcialmente
Gestión de Recursos Humanos	Parcialmente	Parcialmente