**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**ESMERALDAS**



## ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

**TESIS DE GRADO**

# ANÁLISIS SITUACIONAL DEL NIVEL DE INTEGRACIÓN DE MODELOS DE MADUREZ DE CAPACIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE TICS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

GOBIERNO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Computación**

**AUTOR:**

HURTADO PASQUEL CESAR ANDRES

**ASESOR:**

MGT. MARC GROB

**ESMERALDAS, MARZO 2018**

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN.

……..
Mgt. Marc Grob
**Tutor de Tesis**

……..……..
Mgt. Jaime Sayago
**Lector 1**

…….
Mgt. Wilson Chango Sailema
**Lector 2**

……..…….…….
Mgt. Xavier Quiñonez Ku
**Director de la Escuela de Sistemas y Computación**

……..
Mgt. Maritza Demera Mejía
**Secretaria general PUCESE**

**Fecha:**

**AUTORÍA**

Yo, CÉSAR ANDRÉS HURTADO PASQUEL portador de la cédula de identidad No. 0803583467 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de "Ingeniero de Sistemas y Computación" son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola, exclusiva responsabilidad legal y académica.

……..…….....

César Andrés Hurtado Pasquel

C.I. 080358346-7

**CERTIFICACIÓN**

Mgt. Marc Grob docente investigador de la PUCESE, certifica que:

La investigación realizada por CESAR ANDRES HURTADO PASQUEL bajo el título "ANÁLISIS SITUACIONAL DEL NIVEL DE INTEGRACIÓN DE MODELOS DE MADUREZ DE CAPACIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE TICS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS" reúne los requisitos de calidad, originalidad y presentación, además de haber sido incorporadas al documento final, las sugerencias dadas; en consecuencia, está en condiciones de ser sometida a la valoración del Tribunal encargada de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firma la presente en Esmeraldas, marzo del 2018.

Mgt. Marc Grob.

**ASESOR**

## DEDICATORIA

Al llegar a este mundo no sabía a qué me enfrentaba, los miedos del día día eran grandes, pero mi familia siempre ha estado ahí para hacerme sentir seguro. Si existen problemas siempre se solucionarán en familia como un tribunal, donde el único juzgado será el problema y en diferentes casos ellos siempre querrán hacerme feliz.

***Mi Familia siempre ha tenido un objetivo común:*** *Salir adelante a pesar de las adversidades, respetando al prójimo y dando lo mejor de sí siendo feliz con lo que se hace.*

El apoyo de mi familia a lo largo de mi vida estudiantil ha sido se suma importancia para la conclusión de todas las diferentes etapas, gracias a ***Dios*** no ha faltado el pan de cada día, no han faltado los consejos de ***papá, mamá, hermana y abuelas*** que me han enriquecido como persona, además de recibir el apoyo de ellos y su amor incondicional.

Por todo los anteriormente expuesto y más, dedico esta investigación a ***Dios*** que me guía, protege y ama, a mis ***padres*** que día a día con sus manos trabajan arduamente para ser de nosotros mejores personas, a mi ***hermana*** que es mi pequeña niña por siempre y a mis ***abuelas*** que de una u otra forma siempre han estado ahí apoyándome.

A todos les quiero expresar que los ***AMO*** y que este nuevo logro obtenido no fuera sido posible sin ustedes.

## AGRADECIMIENTO

Es indispensable no agradecerle a ***Dios*** por todo aquello que nos ha brindado, y en mi caso le agradezco por todas aquellas personas que ha puesto en mi camino, que a pesar de no ser el más fácil, ha sido emocionante muy emotivo.

Agradezco a mis padres ***César Hurtado*** y ***Daira Pasquel*** por ser los principales pilares que sostienen esta Familia, estoy tan agradecido con ***Dios*** por ser fruto de estas dos maravillosas personas que han trabajado arduamente para darme un estudio de calidad y todo lo necesario para estar preparado y enfrentarme a las adversidades que posee este mundo, a base de valores, principios y reglas. No podría olvidar a mi excelente hermana ***Deilis Hurtado Pasquel*** que me apoya en todos los proyectos que quiero realizar, a mis abuelas ***Mami Daira*** y ***Mami Meche*** que me han brindado su apoyo incondicional durante todas estas etapas a través de consejos, ayudas económicas, alimentación y sobre todo cariño.

Mi sentimiento de gratitud hacia ***Dios*** es tan grande porque ha sabido enviarme a las personas correctas, a mis primos ***Julissa, Lauren, Karla, Nelson, José Manuel***, a mi amiga ***Mischelle*** y a mis ***tías*** tanto de sangre como putativas.

Aunque la lista de personas a las que aprecio muchísimo es un poco extensa, quiero resaltar el gran apoyo, cariño y amistad de ***Wendy Estupiñan*** y ***Jhonny Guevara***, que me han aconsejado, ayudado y soportado durante todos estos años de amistad y darle gracias a la ***PUCESE*** porque sin ella no hubiera encontrado a personas tan maravillosas que hoy considero como mis mejores amigos; además de la excelente formación profesional que me ha brindado con ayuda de mis ***queridos profesores***, mi asesor ***Mgt. Marc Grob*** y mi querida ***Jackecita*** que con sus consejos y regaños supo orientarme día a día.

Gracias a mis ***amigos compañeros de curso***, de lucha y felicidad; si no hubiéramos sido tan unidos como lo fuimos y somos, no hubiéramos tenido el valor de hacer muchas cosas que nos propusimos durante la carrera, gracias por su apoyo, dedicación y amistad. Sin más que aportar, concluyo dando mis más sinceras gracias a todos aquellos que intervinieron en mi vida estudiantil, emocional y espiritual.

**RESUMEN**

Siendo el punto de partida la calidad de productos y servicios, se buscó entender de manera significativa todos los procesos que el Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas posee y que grado de madurez o capacidad sustentan, todo esto basándose en el modelo CMMI (Integración de Modelos de Madurez y Capacidades).

CMMI es un modelo que contiene buenas prácticas que ayudan a la organización a ofrecer productos o servicios de mayor calidad. Por ello, fue necesario el estudio de las actividades y procesos que el Departamento de TICs realiza, desarrollándose así una combinación de dos tipos principales de investigación Cualitativa y Cuantitativa (Mixta), utilizando las fortalezas de ambas y reduciendo sus debilidades que posteriormente, ayudaron en la selección de los instrumentos (entrevista, encuesta y ficha de observación), dando así una visión amplia de la problemática que necesariamente se planteaba solucionar.

Una vez aplicados los diversos instrumentos a los cuatro trabajadores que conforman el grupo de Desarrolladores de Software se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos, los cuales fueron representados a través de gráficos de barra con desviación. En dichos resultados se evidencia que las buenas prácticas de CMMI se encuentran poco o parcialmente integradas, siendo una de las más débiles el Área de Planificación de Proyectos (PP); por lo tanto el Departamento de TICs se encuentra ubicado en un Nivel 1 de Madurez y Capacidad por diversos motivos negativos como falta de documentación, falta de integración de los otro departamentos que conforman la PUCESE, falta de recursos económicos, físicos, tecnológicos y de personal de trabajo.

En conclusión, se logró identificar aquellos procesos de calidad que comprende el Departamento de TICs de la PUCESE, que mediante la aplicación de instrumentos necesarios se valoró la calidad de estos y se realizó una propuesta de medidas de calidad a base de CMMI.

***Palabras Claves:*** *calidad, procesos, CMMI, madurez, capacidad, TICs.*

**ABSTRACT**

Being the starting point the quality of products and services, we sought to understand significantly all the processes that the Department of Information and Communication Technologies (TICs) of the Pontifical Catholic University of Ecuador Headquarters Esmeraldas has and what degree of maturity or capacity, all this based on the CMMI model (Integration of Maturity and Capability Models).

CMMI is a model that contains good practices that help the organization to offer products or services of higher quality. Therefore, it was necessary to study the activities and processes that the ICT Department performs, thus performing a combination of two main types of Qualitative and Quantitative (Mixed) research, using the strengths of both and reducing their weaknesses that subsequently helped in the selection of the instruments (interview, survey and observation file), thus giving a vision wide of the problem that necessarily was posed to solve.

Once the various instruments were applied to the four workers that integrate the Software Developers group, qualitative and quantitative data were obtained, which were represented by bar graphs with deviation. These results show that CMMI's good practices are not well integrated, one of the weakest being the Project Planning Area (PP); therefore the ICT Department is located in a Level 1 Maturity and Capacity for various negative reasons such as lack of documentation, lack of integration of the other departments integrate the PUCESE, lack of economic, physical, technological and personnel resources of work.

In conclusion, it was possible to identify those quality processes that comprise the ICT Department of PUCESE, which, through the application of necessary instruments, assessed the quality of these and a proposal for quality measures based on CMMI.

***Keywords:*** *quality, processes, CMMI, maturity, capacity, ICTs.*

**ÍNDICE**

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**.....i
**AUTORÍA**.....ii
**CERTIFICACIÓN**..... iii
**DEDICATORIA**.....iv
**AGRADECIMIENTO**.....v
**RESUMEN**.....vi
**ABSTRACT**.....vii
**ÍNDICE**..... viii
**ÍNDICE DE FIGURAS**.....x
**ÍNDICE DE TABLAS**.....xi
**ÍNDICE DE GRÁFICOS**.....xii
**ÍNDICE DE ANEXOS**..... xiii
**INTRODUCCIÓN**.....1
PRESENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.....1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....1
JUSTIFICACIÓN.....4
OBJETIVOS.....5
OBJETIVO GENERAL.....5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....5
**CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**.....6
1.1. ANTECEDENTES.....6
1.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS.....11
1.3. BASES LEGALES.....27
**CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**.....28
2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR.....28
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....28
2.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....28
2.4. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO.....29
2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....31
**CAPÍTULO III: RESULTADOS**.....32
**CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN**.....46

**CAPITULO V: PROPUESTA** ..... 50
**CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES** ..... 53
**CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES** ..... 54
**REFERENCIAS** ..... 55
**ANEXOS: TABLAS** ..... 58
**ANEXOS: INSTRUMENTOS** ..... 69

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1**: Marco de Procesos dentro de ISO/IEC 20000 ..... 12
**Figura 2:** Ciclo de Vida del Servicio ..... 13
**Figura 3:** Evolución de COBIT ..... 14
**Figura 4:** Representación Visual de la Evolución de CMMI..... 15
**Figura 5:** Representación Gráfica Continua de los Niveles de Capacidad ..... 17
**Figura 6:** Representación Gráfica por Etapas de los Niveles de Madurez ..... 19
**Figura 7:** Estructura de la Representación Continua ..... 21
**Figura 8:** Estructura de la Representación por Etapas ..... 21
**Figura 9:** Estructura de Áreas de Procesos Relacionadas una con Otras..... 22
**Figura 10:** Representación Gráfica de las Áreas de Posesos Continuas. ..... 23
**Figura 11**: Representación Gráfica de las Áreas de Procesos por Etapas. ..... 23
**Figura 12**: Representación Gráfica de los Objetivos y Practicas Genéricas ..... 24

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1:** Procesos que Comprende ITIL V3 ..... 58
**Tabla 2:** Niveles de Capacidades en comparación a los Niveles de Madurez ..... 59
**Tabla 3:** Áreas de Procesos dentro de CMMI ..... 59
**Tabla 4:** Objetivos y Prácticas Genéricas ..... 60
**Tabla 5:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Planificación de Proyectos ..... 61
**Tabla 6:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión Integrada de Proyectos ..... 62
**Tabla 7:** Objetivos y Prácticas Específicas del Monitoreo y Control e Proyectos ..... 62
**Tabla 8:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Requisitos ..... 63
**Tabla 9:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Riesgos ..... 63
**Tabla 10:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Acuerdos con los Proveedores ..... 64
**Tabla 11:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión Cuantitativa del Proyecto ..... 65
**Tabla 12:** Objetivos y Prácticas Específicas del Desarrollo de Requisitos ..... 65
**Tabla 13:** Objetivos y Prácticas Específicas de Soluciones Técnicas ..... 66
**Tabla 14:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Integración del Producto ..... 66
**Tabla 15:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Validación ..... 67
**Tabla 16:** Objetivos y Prácticas Específicas de la Verificación ..... 67
**Tabla 17:** Valoración de las diferentes metodologías ágiles disponibles ..... 68
**Tabla 18:** Evaluación de las metodologías SCRUM y XP en base a las necesidades del departamento de TICs de la PUCESE ..... 68

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico 1:** Área de Procesos Planificación de Proyectos (PP).....35
**Gráfico 2:** Área de Procesos Gestión de Requerimientos (REQM).....36
**Gráfico 3:** Área de Procesos Desarrollo de Requisitos (RD).....37
**Gráfico 4:** Área de Procesos Solución Técnica (TS).....38
**Gráfico 5:** Área de Procesos Integración de Productos (PI).....39
**Gráfico 6:** Área de Procesos Validación (VAL).....40
**Gráfico 7:** Área de Procesos Verificación (VER).....40
**Gráfico 8:** Área de Procesos Gestión de Configuración (CM).....41
**Gráfico 9:** Área de Procesos Medición y Análisis (MA).....42
**Gráfico 10:** Aseguramiento de la Calidad en Procesos y Productos (PPQA).....43
**Gráfico 11:** Áreas de Procesos Evaluadas.....47
**Gráfico 12:** Promedios Obtenidos en la Encuesta de CMMI Nivel 1-2.....48

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1:** Entrevista Semi- Estructurada .....69
**Anexo 2:** Encuesta CMMI.....71
**Anexo 3:** Ficha de Observación .....74

# INTRODUCCIÓN

## PRESENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El presente documento explica de manera detallada la importancia que tiene para una empresa u organización, prestar servicios o productos de calidad; siendo este el punto de partida para la investigación, lo que se buscó fue entender de manera significativa todos los procesos que el Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas posee y que grado de madurez o capacidad sustentan, todo esto basándose en el modelo CMMI (Integración de Modelos de Madurez y Capacidades).

Temas como la calidad de procesos, beneficios del modelo CMMI, niveles de madurez y capacidades, áreas de procesos y más, fueron abordados a profundidad para un mayor entendimiento del tema y de las terminologías comúnmente usadas para la descripción de fases de este modelo.

La implantación de CMMI cuenta con un grado de complejidad superior monetaria, es decir, que para lograr certificar un nivel de madurez y capacidad es necesario que la organización realice grandes inversiones tecnológicas, humanas y de capital.

Por ello lo que se planteó para esta investigación fue analizar la situación actual del departamento, ver cómo se desarrollaban los procesos, el manejo de datos, analizar el ambiente de trabajo, la planificación que se poseen, las áreas de trabajo y que por consiguiente, se determine a través de diferentes instrumentos metodológicos, cual es el nivel de madurez y capacidad que se posee y así tomar medidas al respecto, como autoayuda o automejora que logren llevar al departamento, a futuro, a un nivel superior de Capacidad y Madurez, dando como resultado mayor productividad.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales objetivos que se plantea una organización, es alcanzar un alto nivel de calidad y eficacia en sus procesos, productos o servicios, tanto para el bienestar productivo y económico de esta como para el cliente que cada día se vuelve más selectivo y exigente a la hora de elegir un producto o servicio que satisfaga sus necesidades. Muchos han sido los intentos para controlar la calidad y el tiempo de entrega, sin embargo, es difícil lograr este

objetivo ya que existen problemas tanto internos como externos que impiden que los grupos de trabajos, los procesos y hasta el producto mejoren o evolucionen.

La carencia de organización es uno de los principales problemas internos a los que están expuestas las organizaciones y por lo tanto los accionistas o directivos deberían de prestar mayor atención en aplicar procesos que den como resultado un producto de calidad, aumentando así la expectativa futura que logrará posicionándose de mejor manera en el mercado o industria y así crea confianza en el cliente que estaría dispuesto a pagar por este bien.

Otros problemas como la falta de información, malas experiencias e ideas poco claras dan como resultado una desconfianza por parte de la organización; esto limita a que se avance y provoca un retroceso a nuevas tecnologías que se podrían aplicar para un mejor ejercicio laboral.

Por otra parte, existen problemas externos como la baja demanda del producto que influye a menor escala al proceso de desarrollo de este. El hecho de que existan menos clientes queriendo adquirir el producto de la organización, tal vez por su falta de calidad, restringe a que esta evolucione económicamente de tal manera de que no tenga el recurso económico para la implantación o integración de un mejor modelo de calidad.

Dentro de la PUCESE se encuentra el departamento de TICS que no solo se encarga del desarrollo de nuevas tecnologías sino también del correcto funcionamiento de procesos y de la comunicación de la información. Este grupo de trabajo debe de seguir una serie de requisitos iniciales para un buen ejercicio laboral, que en la mayoría de veces no poseen procesos bien definidos o incluso ni se los tienen en cuenta.

Un departamento que posea un bajo nivel de madurez se encontrará con diferentes inconvenientes a la hora de implantar un nuevo modelo de trabajo, estos inconvenientes podrían ser: falta de planificación de proyectos, mala gestión de requisitos, carencia de monitoreo y control en proyectos, bajos niveles de análisis y poca calidad en procesos y productos; además en caso de que se lleguen a cumplir algunos puntos expuestos anteriormente estos no logran estar completamente seguros de ser ágiles a la hora de la entrega del producto, ya que su nivel de calidad es medio.

Para un departamento de TICS es sumamente importante ser ágiles, organizados y poseer una planificación en regla, dando como resultado el éxito en la actividad laboral. En esencia, este

necesita una forma de gestionar sus actividades de tal manera que pueda lograr los objetivos que se plantearon al principio del proceso. Más aún, cuando en el mercado actual, existen modelos de madurez, metodologías, estándares, buenas prácticas y guías que pueden ayudarlos a una mejorar en la calidad de procesos.

La estandarización de procesos es esencial tanto para el departamento como para la organización en general, de tal manera que brinde un servicio o producto que se posicione en la mente del cliente por encima de otras organizaciones. Esto conlleva al desarrollo de nuevos requisitos, soluciones técnicas, definición, verificación y validación de procesos, gestión de riesgos, análisis de decisiones y resolución; que en conjunto podrían llegar a ser un gran costo para la organización no solo económico sino también en la necesidad de personal con conocimientos en calidad de procesos.

Al llegar a este grado de calidad las organizaciones tienen como meta gestionar y optimizar sus procesos, volviéndose así más productivas con un riesgo bajo o nulo a la hora de desarrollar nuevas tecnologías; mantenerse en este punto es sumamente complicado, pero no imposible, ya que cada día aparecen nuevas tecnologías y el personal debe de estar a la vanguardia tanto en la optimización de procesos como en la ideas para la creación de nuevos productos o servicios que sacien las necesidades cambiantes de los clientes.

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías de la información debe darse a través de procesos ordenados y ágiles que mejoren la experiencia tanto del desarrollador, familiarizándose con nuevos conocimientos sobre la calidad del producto y dándole apertura al mercado competitivo; como también la del cliente, ya que obtendrá un producto de calidad en menor tiempo. El uso de un modelo de calidad ayuda a la organización a dar un correcto sentido a sus procesos, productos o servicios, que en general dan como resultado una mayor productividad.

CMMI (Integración de Modelos de Madurez y Capacidades) es un modelo de madurez que brinda un conjunto de buenas prácticas para el desarrollo de procesos, servicios y productos de alta calidad, a través del análisis de los procesos que se fundamentan en cinco niveles. CMMI mejora las actividades de desarrollo a través del análisis, gestión, monitoreo, planificación y mantenimiento continuo del producto de tal manera que cubren el ciclo de vida de este y pone énfasis en el trabajo necesario para su creación.

La integración del modelo CMMI beneficia de buena manera al departamento de TICS de la PUCESE, agilizando el desarrollo de productos o servicios de forma que, la entrega de este se da en menor tiempo y con menor costo; beneficiando no solo a la universidad sino también al cliente (personal administrativo, docente, estudiantes, etc.), que obtiene lo deseado en menor tiempo aspirando a obtener nuevamente el producto o servicio de dicho departamento en un tiempo futuro. Además, CMMI mejora la fiabilidad de la planificación y de todos los procesos que se dan interna o externamente.

Esto conlleva a la importancia de la investigación, que no solo busca hacer conocer a los directivos de las falencias que poseen sus procesos sino más bien, dar soluciones óptimas a dicha problemática a base del análisis de los procesos, realizando una evaluación a través de un instrumento de CMMI y brindando un listado de buenas prácticas a seguir.

El aumento de Nivel de calidad y madurez de una empresa se logra gracias a la planificación continua, comunicación verbal, trabajo en equipo, renovación de tecnologías, documentación y más; no solo basta con practicar parcialmente las buenas prácticas, es necesario llevarlas a cabalidad completamente para lograr una certificación CMMI de mayor nivel, recordando que los niveles inferiores son bases y cimientos para los superiores.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Analizar la situación actual del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas a través de buenas prácticas que brinda el Modelo de Integración de Madurez de Capacidades para entender a profundidad el nivel de agilidad, calidad y productividad, que este posea.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los procesos que influyen en la calidad y madurez del producto o servicio que brinda el departamento de TICs.
- Valorar los procesos que se relacionan con Integración de Modelos de Madurez de Capacidades.
- Identificar problemas, causas y motivos por los que el nivel de integración de madurez es bajo en el departamento de TICs.
- Proponer soluciones factibles a problemas de calidad en procesos, productos o servicios que presenta la organización.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. ANTECEDENTES

Es necesario alcanzar el mejoramiento continuo de los procesos, tecnologías, servicios y productos para que una organización sea reconocida dentro del amplio mercado existente, por ello, implementar un marco de trabajo, estándares o un modelo de calidad les brinda un rayo de esperanza para la mejora de esta y reduce el riesgo de ser eliminada del mercado.

A lo largo de estos tres últimos años, se han realizado investigaciones sobre el uso de CMMI como modelo de mejora de calidad y madurez de las empresas, dando como resultado el aumento de productividad y agilidad a la hora de brindar un servicio o producto.

**Vargas W., Leal C. y Samuel M., (2013)** analizan la situación completa de los procesos de una Empresa Desarrolladora de Software (EDS) ubicada en la región Centroccidental de Venezuela y de todos aquellos problemas que esta presenta, tales como: la excesiva cantidad de trabajo, personal limitado, atrasos en la entrega del servicio o producto final, ausencia de documentación de proyectos, carencia de planificación y baja calidad de los procesos que dan como resultado poca confiabilidad de los clientes hacia dicha empresa.

La investigación tiene como objetivo plantear una propuesta de mejora aplicando una variación de CMMI para desarrollo de software denominado CMMI-DEV, como base para alcanzar el nivel de madurez deseado, incrementando la eficiencia de los procesos que están estrechamente relacionados con la calidad del producto/servicio.

Para alcanzar dicho objetivo, los investigadores decidieron realizar un diagnóstico exhaustivo para describir la situación de la empresa en el área de planificación de proyectos, considerando como guía las prácticas brindadas por CMMI-DEV. Además, se realizó una lista de cotejo donde se plasmaron 41 ítems que permiten determinar el cumplimiento de los aspectos más importantes de CMMI-DEV para la planificación de proyectos, los mismos que fueron validados por expertos.

Como resultado se obtuvo que los proyectos que realiza esta empresa se desarrollan de manera informal, carecen de documentación y no cuentan con inventario de actividades para llevar a cabo los objetivos. De igual manera al analizar la lista de cotejo se evidenció que el 83% de los ítems no se llevaban a cabo; un 12% eran parcialmente implementados y un 5% cumplidos a

su totalidad.

Para finalizar la investigación, los autores plantean una propuesta para la mejora de procesos de planificación de proyectos, brindando sugerencias como: establecer estimaciones de costo y gasto, desarrollar un plan de proyecto, plantear objetivos y compromisos y documentar datos. También, se sugiere que se identifiquen los riesgos, que se creen planes de mitigación y mantenimiento continuo.

Otra investigación realizada por **Simões C. y Montoni M., (2014)** en donde aportan con su experiencia en la aplicación de CMMI Nivel 5 de Madurez en uno de los servicios más relevantes de TI en Latinoamérica como lo es Synapsis Brazil. Esta organización ha invertido muchos recursos financieros y humanos para lograr las certificaciones de CMMI desde el año 2009 hasta el 2012 que consiguió exitosamente el nivel más alto de madurez.

Para cumplir dicho objetivo Synapsis Brazil necesitó participar activamente en reuniones para analizar la situación de la empresa, procesos y calidad de productos/servicios, estableciendo objetivos y estrategias de mejora; aumentando hasta 90% y 95% de su productividad.

El análisis de los procesos de la organización (que se encontraban en Nivel 3) dio como resultados el incumplimiento los objetivos de calidad y rendimiento deseado por la empresa. Para ello se planteó una de las principales mejoras que consistía en la automatización de procesos. Esta automatización se ejecutaba mediante la eliminación de procesos redundantes que no le agregan valor al producto/servicio. También se describe una segunda fase que consta en la estabilización de subprocesos, para mejorar la agilidad y la calidad de los procesos internos y por último una tercera fase que implicaba mejorar innovadoras.

Además, fue necesaria la utilización de herramientas de apoyo para el control de procesos, como un repositorio de medidas especificadas, hojas de cálculo en Excel, herramienta de planificación y seguimiento, herramienta de de flujo de trabajo, información sobre actividades ejecutadas, entre otras.

Como conclusión, se expresa que para alcanzar el éxito es necesario aceptar los cambios, es necesario el apoyo de la planificación constante y de la innovación tecnológica, teniendo en cuenta de que el modelo CMMI brinda buenas prácticas que ayudan a aumentar la productividad de la empresa.

Por otra parte, **Miyashiro M. y Ferreira M., (2014)** exponen que la calidad del producto/servicio es la meta a alcanzar dentro del mercado tecnológico; el aumento de esta cada día se posiciona como tema central y prioridad de las empresas, por lo tanto se vuelve algo sumamente importante dentro de la ingeniería de software.

La investigación también explica el uso de CMMI como guía principal para el desarrollo de softwares, considerándola la más extendida al poseer 5 niveles de madurez que le permiten a la organización controlar y mejorar la calidad del producto/servicio ofertado.

En este trabajo, se aplicaron las buenas prácticas del Nivel 2 de CMMI asegurando la gestión de los requisitos, procesos planeados y ejecutados, a tal grado de que reducen el costo y la espera de entrega del cliente. Además se aplicaron diferentes estudios a las diferentes áreas de trabajo de procesos tales como: Detalles del Producto, Diseño de Software, Diseño de Hardware, Verificación y Validación del sistema, etc.

Los resultados de la investigación presentaron que a lo largo del trabajo, las actividades de ingeniería de software necesitan estar dirigidas por un modelo de calidad como CMMI, ya que gestiona y controla los principales procesos que implican las actividades de la empresa. El artículo además busca contribuir a la comunidad a base de la presentación de procesos de softwares, ayudando en las actividades específicas para el desarrollo de sistemas embebidos a través de procedimientos, actividades y plantillas de documentos sobre buenas prácticas dentro de la ingeniería de software.

Otro estudio realizado por **Iqbal, J., Ahmad R., Nasir M., Niazi M., Shamshirband S. y Noor M., (2015)** indican que las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) de desarrollo de software, utilizan de manera informal las prácticas específicas de CMMI Nivel 2; sin embargo, poseen un gran potencial para la utilización de SPI basado en CMMI para mayor rapidez y eficacia.

Este estudio se centra exclusivamente en las PYMES y al crecimiento de estas. La utilización de CMMI Nivel 2 como guía para su crecimiento se ve en riesgo gracias a las autoridades que no son conscientes que las prácticas SPI basadas en CMMI deben de hacerse de manera formal y documentada.

Para ello se aplicó un cuestionario para conocer las principales falencias de las PYMES ubicadas Malasia y Pakistán para la no implantación de SPI CMMI entre ellas se encuentran:

falta presupuestaria, carencia de documentación, comunicación verbal, naturaleza flexible y creativa, entre otros. Partiendo de estos se analizó y se plantearon estrategias de mejora para incrementar el nivel de calidad de procesos/productos/servicios.

Al finalizar el estudio se aclara que existe un 50% de PYMES que utilizan potencialmente SPI basada en CMMI, mientras que el otro 50% necesita implementar de mejor manera los procesos y buenas prácticas que brinda CMMI Nivel 2, de tal manera de que incrementen su productividad. Por tanto, se puede decir que las PYMES se dividen en tres categorías: Totalmente parciales, Semi-Parciales y no parciales al momento de utilizar SPI a base de CMMI.

**Ahmed B., Abd E. y Yehia M., (2016)** dan a entender que CMMI y metodologías ágiles pueden trabajar bien juntos, aprovechando el potencial que posee cada una de ellas, agilizando procesos y dándole la calidad necesaria, a tal grado que mejore el nivel de capacidades de la empresa de estudio.

Para ello, el artículo nos informa que Scrum podría ser reformado con otras metodologías ágiles para logra una integración factible con CMMI. También, remarca que es importante estudiar la cobertura Scrum para las áreas de procesos de gestión de proyectos e identificar que satisfagan las buenas prácticas definidas por CMMI.

Para conocer si es factible o no utilizar Scrum y CMMI se realizó un análisis, un mapeo y una matriz con de las diferentes áreas que este último cubre, comparados con los diferentes activos dentro de Scrum, de tal manera que de un amplio vistazo de estos y así determinar cuáles podrían utilizarse para alcanzar un nuevo nivel de madurez en el modelo CMMI.

Para finalizar, se muestran los resultados obtenidos luego de la comparación entre varios estudios, determinando que el 57% de los activos de Scrum cubren las áreas de procesos de CMMI, el 20% son parcialmente satisfechas y por último un 23% de ellas están insatisfechas. En conclusión se determina que Scrum es más compatible para alcanzar el Nivel 2 de CMMI ya que se adapta al 69% de este, 24% parcialmente satisfecho y sólo un 7% insatisfecho.

Cada uno de los artículos anteriormente expuestos se encuentras estrechamente relacionadas a la investigación que se está llevando a cabo; el hecho de que en cada uno de ellos se explique paso a paso como se ha implementado el modelo CMMI, desde un punto de vista científico e investigativo hasta las experiencias vividas por parte de los investigadores, sirven como base

para concluir con éxitos la integración de los niveles de madurez dentro del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

## 1.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

Actualmente, las áreas de tecnologías de la información desempeñan tareas específicas para la gestión de procesos, servicios o productos, que le brinden mayor productividad y ganancias. El mercado tecnológico día a día oferta nuevas metodologías, buenas prácticas, estándares y marcos de trabajo que agiliten y mejoren la gestión de la organización.

Para ello es necesario conocer la definición exacta de lo que es un proceso, este puede definirse como un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que poseen una entrada de información y luego se genera una salida deseada. Los procesos típicamente deben de ser: sencillos, documentados, mensurables, flexibles al cambio y estables.

Los procesos son de suma importancia dentro de las organizaciones, esto implica que influyan en la calidad del producto o servicio que esta oferte. Es la razón por la cual la mayoría de los marcos de trabajo, estándares, buenas prácticas y metodología se centran en ellos y en que se encuentren en buen funcionamiento.

Entre los marcos de trabajo, modelos y estándares más aplicados se encuentran: ISO/IEC 20000, ITIL, COBIT y CMMI ya que al ser aplicados en una empresa estos ayudan a la toma de decisiones, planificación de proyectos, mejora continua de la tecnología, reducción de riesgos, entre otras cosas.

ISO/IEC 20000 es un conjunto de normas/estándares desarrollados por ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission), que proporcionan un conjunto de buenas prácticas para la gestión de Tecnologías de la Información utilizable por cualquier tipo de organización. Sirven para controlar la gestión de servicios y soporte de TI a tal punto de que se obtenga un servicio efectivo y de calidad. Una de las características más importantes y resaltantes de estas normas es su fácil integración y flexibilidad para adaptarse a otras normas de trabajo de las organizaciones. Esta norma se divide en cinco partes:

- ISO/IEC 20000-1:2011 es un documento que está formado por un conjunto de buenas prácticas relacionadas a la Gestión de Servicios de TI, cuya finalidad es lograr que las organizaciones ofrezcan servicios de calidad. Para lograrlo se deberá tomar en cuenta aspectos como el diseño, el envío, la mejora de procesos, aumentar el valor del servicio, entre otros. (Baños, Melendez, & Dávila, 2016)

- ISO/IEC 20000-2:2012 es un documento que refuerza las buenas prácticas del documento anterior, este ofrece directrices y recomendaciones para la gestión de procesos dentro de lo considerado por ISO/IEC 20000. (Buchsein & Müller, 2016)
- ISO/IEC 20000-3:2009 este documento es una guía para la definición del alcance y la aplicabilidad de las normas ISO/IEC 20000, es decir un informe técnico de su aplicación.
- ISO/IEC 20000-4:2010 este documento contiene el modelo de procesos de referencia para la Gestión de Servicios de TI (PRM – Process Reference Model), donde se describe todo lo relacionado a los procesos de la norma ISO/IEC 20000-1. De igual manera esta norma permite desarrollar el modelo de evaluación de procesos (PAM – Process Assessment Model). (Baños et al., 2016)
- ISO/IEC 20000-5:2010 este documento es un informe técnico que presenta un ejemplo de la aplicación de las normas ISO/IEC 20000 de principio a fin.

Además, es necesario cumplir con cada una de las secciones de procesos que se presentan en la Figura 1; las cuales brindan un nivel más aceptable de calidad a los procesos y servicios ofrecidos por la organización, dando como resultado menos coste efectivo y mayor satisfacción al cliente.

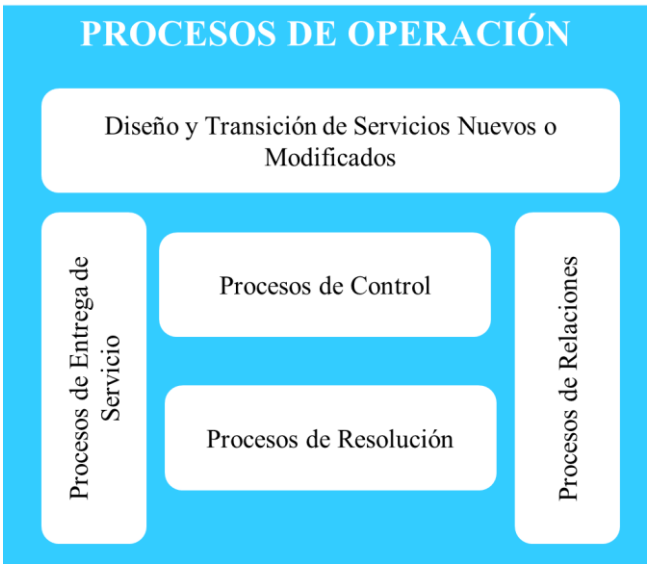



***Figura 1**: Marco de Procesos dentro de ISO/IEC 20000 (Ralft Buchsein, 2016)*

Por otro lado, ITIL (Information Technology Infrastructure Library – Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información), es un marco de trabajo destinado a gestionar la entrega de servicios de calidad de la información, todo esto alineado e integrado a las

estrategias del negocio; fue publicado alrededor del año 1980 y actualmente cuenta con su última versión publicada en el año 2011. ITIL brinda una descripción detallada de los procesos más importantes que cualquier organización de TI debe cumplir, así mismo ofrece un conjunto de procedimientos y métodos para la integración de ITSM (IT Services Management); cubriendo así la vida del servicios (Figura 2) aplicando actividades y objetivos que garantizan la calidad del servicio. (López, 2017)

ITIL tiene como objetivo servir de guía para el diseño, desarrollo e implementación de servicios de TI de calidad. A través de la evaluación del mercado se deciden diversas estrategias para atender las necesidades del cliente. (Mourad & Hussain, 2014)

Esta biblioteca de infraestructuras de TI está formado por cinco módulos, con los cuales se maneja los servicios de TI alineados a los objetivos de negocio de la empresa. La Figura 2 y la Tabla 1 (Anexos) muestran los cinco módulos, su relación y procesos.

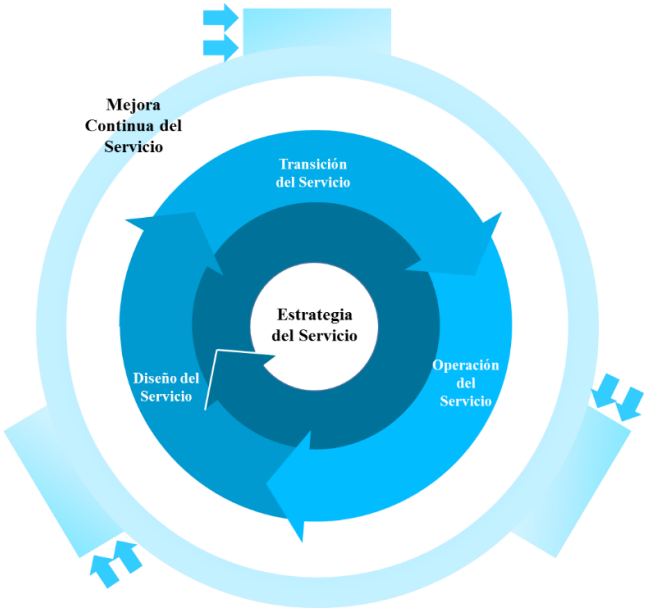



***Figura 2:*** *Ciclo de Vida del Servicio (Mohamed B. Al Mourad, 2014)*

COBIT se encuentra estrechamente relacionado con ITIL y las normas ISO ya que estas últimas se integran perfectamente en su versión más actual COBIT V5, publicada en el año 2012. Este marco de referencia fue publicado por primera vez en el año 1996 y cuenta con un conjunto de herramientas que le permiten reducir los riesgos del negocio de tal manera que ayuda a las empresas a alcanzar los objetivos planteados para el desarrollo de TI. Al igual que ISO este marco de trabajo se adapta a otros para así abarcar más áreas de Gobierno de TI, gestionándolas y mejorándolas constantemente. (Mangalaraj, Singh, & Taneja, 2014)

La Figura 3 muestra como COBIT ha evolucionado al paso de los años, integrando en cada versión nuevos procesos de gestión de TI.

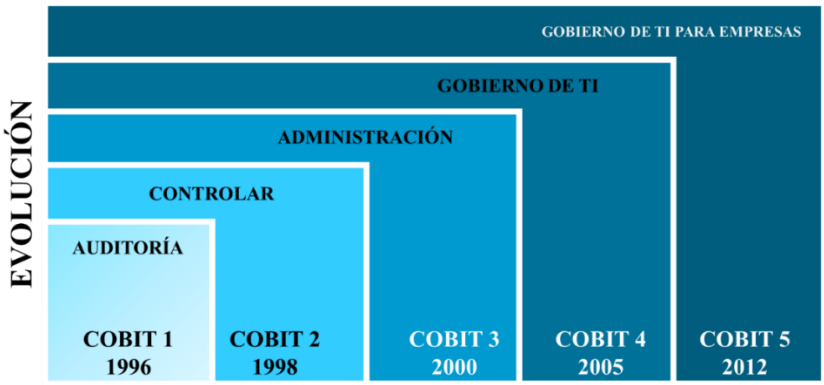



***Figura 3:*** *Evolución de COBIT (George Mangalaraj, 2014)*

Una de las principales preocupaciones de las organizaciones es el cómo poder generar valor para todas aquellas partes interesadas, manteniendo el equilibrio entre los beneficios, riesgos y utilización de recursos. Por ello COBIT se encuentra integrado con cinco principios, los cuales se personalizan de acuerdo a los objetivos de la empresa, estos son:

- Satisfacer las necesidades de los participantes interesados.
- Abarcar toda la Organización de Forma Integral.
- Aplicar un único Marco de Referencia.
- Habilitar un Enfoque Holístico.
- Separar el Gobierno de la Administración.

Mientras tanto CMM fue desarrollado en 1991 por un grupo de profesionales expertos de la industria, el gobierno y el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon (CMU). Para su creación, se puede destacar que fue necesaria la realización de diversos estudios y la toma de muchos datos recogidos de diferentes empresas que trabajaban como suministradores del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (USAF). En 1993, el modelo CMM sufrió cambios, dando como resultado una actualización, versión denominada 1.1. En el año 2000, el equipo de CMM publicó el Modelo CMMI orientado para métodos de entrenamiento y evaluación, que incorpora el software y la ingeniería de sistemas. Este nuevo diseño incluye soporte completo para la futura integración de otras disciplinas. La última versión lanzada para el modelo CMMI es la versión 1.3, en el año 2010.

Mucho antes de la creación de CMM se lanzó un modelo de madurez en 1979 denominado

Rejilla de Madurez de Gestión de Capacidades (Quality Management Maturity Grid - QMMG), creado por Philip B. Crosby, acreditándole a este como precursor del modelo CMMI unas décadas más tarde. Al igual que CMMI este modelo cuenta con niveles de madurez: Incertidumbre, Despertar, Ilustración, Sabiduría y Certeza. (Chaudhary & Chopra, 2017)

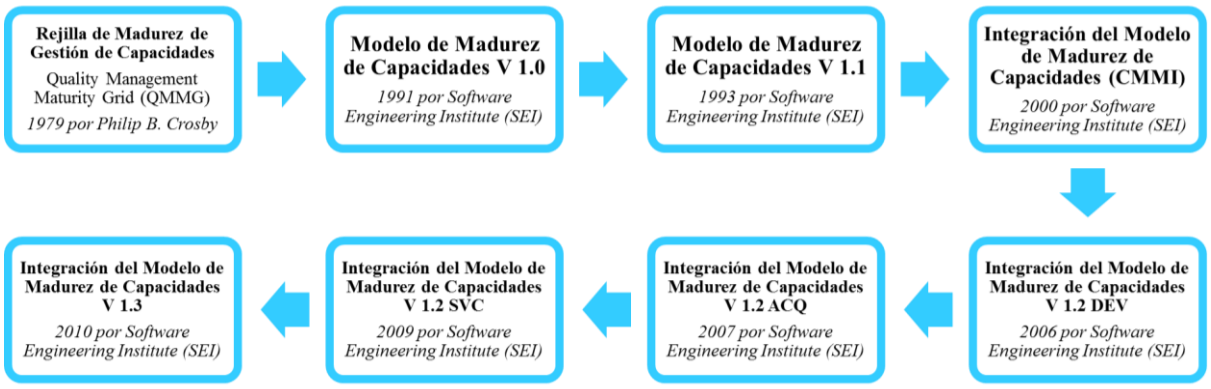



***Figura 4:*** *Representación Visual de la Evolución de CMMI*

CMMI se centra en la caracterización de los procesos eficaces, y luego en la utilización de esta información para proporcionar una guía de mejora de procesos de alguna organización. El objetivo principal de CMMI es facilitar el desarrollo de productos/servicios de las organizaciones, además brinda soluciones a la gestión de capacidades de desarrollo, adquisición y mantenimiento continuo.

Por otra parte, como se observa en la Figura 3, CMMI a partir de su versión 1.2 posee tres diferentes áreas que son un conjunto de orientaciones que puede ser utilizado como marco de referencia para evaluar la madurez de los procesos de una organización, estos son:

- Productos y servicios de desarrollo, 2006 - CMMI para el Desarrollo (CMMI-DEV)
- Productos y servicios de adquisición, 2007 - CMMI para Adquisición (CMMI-ACQ)
- Establecimientos de gestión de servicios, 2009 - CMMI para Servicios (CMMI-SVC)

CMMI-DEV es un modelo que cubre las actividades para el desarrollo de producto y servicios. En la actualidad, diferentes organizaciones aplican e integran este modelo para mejorar el desarrollo de la industria. Este modelo contiene diversas prácticas para diferentes áreas de proceso (gestión de proyectos, ingeniería de software y hardware, etc.) que se implementan en los ámbitos de desarrollo y mantenimiento por etapas o continuo.

CMMI-ACQ es un modelo que se desprende de CMMI v 1.2 que se centra en cubrir las

necesidades de las organizaciones al momento de adquirir un bien/servicio. Este modelo toma las mejores prácticas de CMMI-DEV para beneficiar a diversos mercados como: el automotriz, el aeroespacial, zonas barqueras, telecomunicaciones y hasta al gobiernos, ya que facilita la adquisición o subcontratación de sistemas y servicios de softwares para el desarrollo de sus labores. (Ortiz, Trujillo, Oktaba, & Hernandez, 2016)

CMMI-SVC es un modelo creado para ayudar a las organizaciones proveedoras de servicios a establecer, administrar y ofrecer de manera exitosa servicios de calidad. Este modelo posee varios objetivos como: decidir qué servicios se pueden ofrecer y que estándares aplicarles; asegurar que se tiene o necesario para ofrecer un servicio de calidad; integrar, cambiar o retirar sistemas sin afectar el servicio que se brinda; identificar fallas en los procesos de servicios que se posean; entre otros.

Actualmente, estas variaciones de CMMI se encuentran actualizadas en la versión 1.3 disponible desde el 2010, en la página oficial del SEI.

Una vez expuestas las diferentes facetas de CMMI se puede llegar a decir que su objetivo principal es mejorar el rendimiento actual de las normas de distintas organizaciones, y no tan solo eso, sino también de sus procesos y procedimientos para el desarrollo de productos, servicios y adquisición de estos. También resulta útil para mejorar la capacidad de la organización en la entrega de productos de calidad que satisfagan de mejor manera al cliente. Por lo tanto ayuda a alcanzar los objetivos, misión y visión de la organización.

Para que todo eso sea posible CMMI cuenta con 25 diferentes áreas de procesos. Cada una de estas se componen de dos tipos de objetivos (uno general y otros específicos), además de contar con dos tipos de prácticas (etapas o continuo).

CMMI y todas sus áreas de procesos puede ser aplicado en organizaciones grandes o pequeñas, siempre y cuando se tenga la predisposición para realizar cambios en los procesos. En la actualizada, CMMI se utiliza en diversos campos laborables como: hospitalario, administración del gobierno, redes de computadoras, tecnologías de la información, etc.

Para el éxito de todo lo anteriormente expuesto, es necesario comprender el importante papel que cumplen los objetivos del negocio dentro de CMMI. Este plantea que los objetivos de negocio son un pilar muy importante para la mejora continua de toda organización. También la comprensión de este, puede ayudar a mejorar la rentabilidad de tal manera que influye en el

éxito de la empresa. Por lo tanto, los objetivos del negocio deben desarrollarse única y exclusivamente por la alta gerencia. Dentro de CMMI se describen algunos objetivos de negocios como:

- Entrega de productos/servicios dentro del presupuesto establecido y a tiempo.
- Incrementar la productividad de la organización en un periodo de tiempo establecido y específico.
- Mantener satisfecho al cliente.
- Mejorar la estrategia para la salida de nuevos productos/servicios al mercado en un periodo de tiempo establecido y específico, de tal manera que se reduzca la tasa de productos retirados.

En CMMI existen dos caminos diferentes para la implantación del modelo; de manera continua se encuentran los niveles de capacidades y por otro lado se encuentran los niveles de madurez, que se lleva a cabo a través de etapas; la Tabla 2 (Anexos) muestra cada uno de los niveles que componen estas dos representaciones que en conjunto se asocian entre sí para mejorar los procesos y cumplir exitosamente con la integración de este.

Los niveles de capacidad son un camino que le asegura a la organización el mejoramiento de sus procesos, tanto en áreas individuales como en grupos de áreas de procesos de forma incremental. Como se observa en la Tabla 1, los niveles de capacidades son cuatro: Incompleto, Realizado, Gestionado y Definido. En la Figura 5, se muestra de manera gráfica los niveles de capacidad por áreas de trabajo. (Chaudhary & Chopra, 2017)

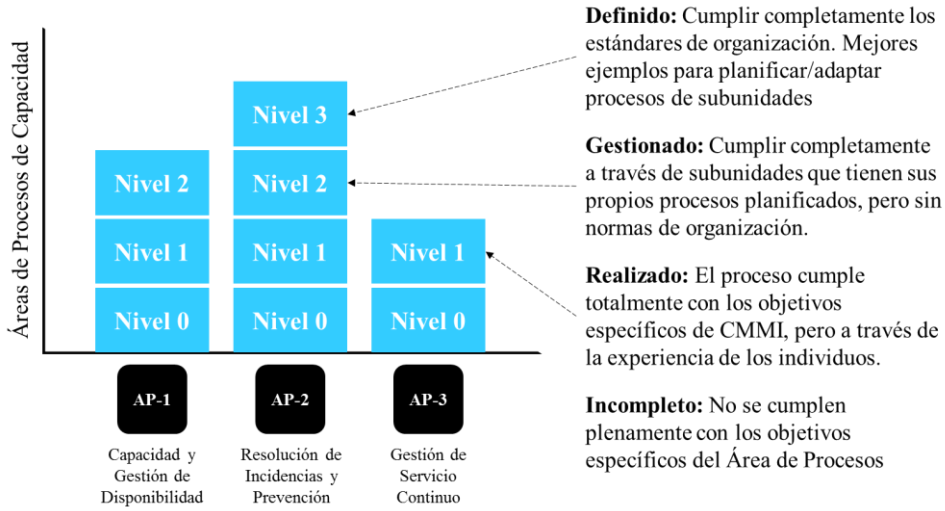



***Figura 5:*** *Representación Gráfica Continua - Niveles de Capacidad (Chaudhary & Chopra, 2017)*

El Nivel 0 de Capacidad o Incompleto significa que los objetivos específicos no son cumplidos en su totalidad por el Área de Procesos, además de que en este nivel los objetivos genéricos no existen.

El Nivel 1 de Capacidad o Realizado significa que el trabajo que se lleva a cabo necesitan pulirse un poco más y los objetivos específico se cumplen parcialmente. Además, en este nivel se mejoran los procesos que necesitan ser institucionalizados y mantenidos; en caso de que no suceda se pueden perder por completo.

El Nivel 2 de Capacidad o Gestionado explica que para esta etapa el proceso ha sido planeado y ejecutado de tal manera que incluye a un grupo de personas calificadas para desarrollarlo, produce salida de manera controlada, involucra a diversas partes de la organización, el procesos se supervisa, controla y se revisa, además de que se incluye una evaluación del proceso para asegurarse de que la organización siga de manera continuas las prácticas de CMMI.

El Nivel 3 de Capacidad o Definido indica que la adaptación de procesos definidos se realiza de manera exitosa y organizada, acorde a las guías dadas por CMMI. En este nivel las organizaciones también general experiencia en los procesos mediante su ejecución. En el nivel 3, los procesos se describen de manera más rigurosa y gestionada que en los niveles anteriores, de forma proactiva y consistente.

Por otra parte, los niveles de madurez son un camino por etapas, que consisten en cinco niveles diferentes, asegurando que las organizaciones sean capaces de mejorar las áreas de procesos de manera gradual, en la Figura 6 se visualiza cada uno de los niveles con una pequeña descripción de este. Cada nivel de madurez posee un conjunto de procesos que al aplicarse juntos se puede llegar a alcanzar el nivel más alto de madurez. Los cinco niveles son:

- Nivel 1 - Inicial
- Nivel 2 - Gestionado
- Nivel 3 - Definido
- Nivel 4 - Cuantitativamente gestionado
- Nivel 5 - Optimización

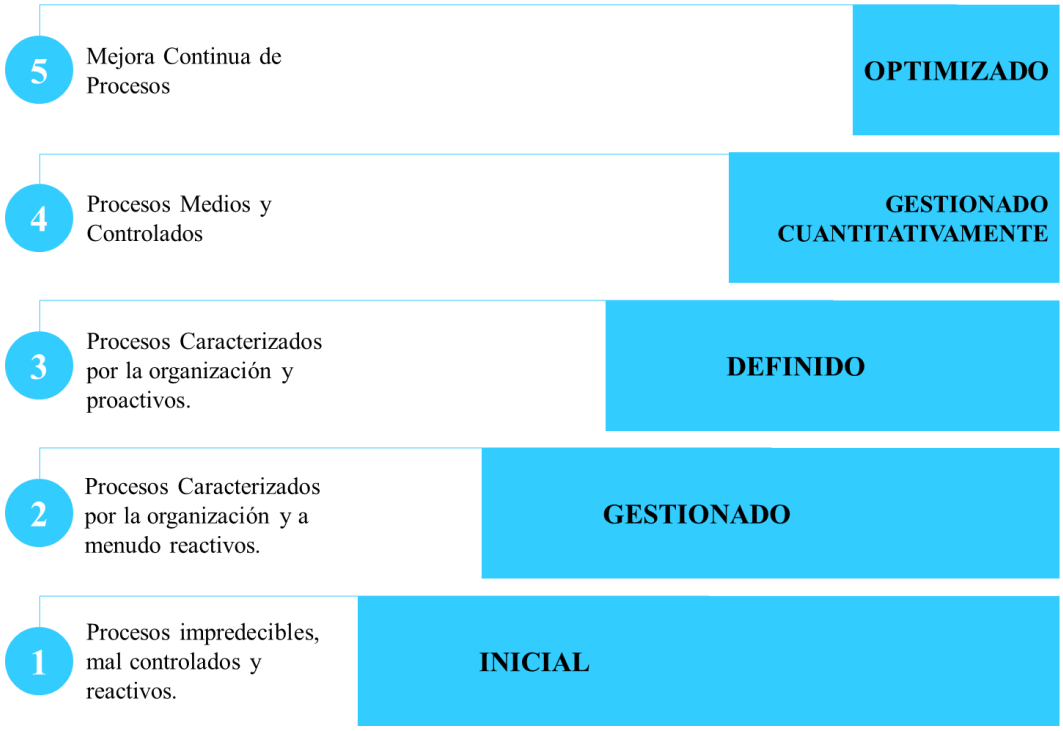



***Figura 6:*** *Representación Gráfica por Etapas - Niveles de Madurez (Chaudhary & Chopra, 2017)*

Nivel 1 de Madurez o Inicial, implica que la organización no es capaz de conseguir el éxito que desea, por el simple hecho de que dependen de algunas personas que hagan funcionar los procesos. Además, aquellas organizaciones que se encuentren en este nivel serán incapaces de entregar los productos o servicios en el tiempo establecido de entrega, se saldrán del presupuesto, no conseguirán el impacto deseado en el mercado y no existirá documentación que respalde todo el proceso llevado a cabo para el desarrollo del producto o servicios.

En el Nivel 2 de Madurez o Gestionado se explica que los proyectos se adhieren a los procesos definidos por la organización. El equipo de trabajo mejora en sus habilidades de producir productos o servicios de media calidad. Por lo tanto:

- Los proyectos son supervisados, controlados y revisados.
- Los proyectos se evalúan y son adheridos a los procesos.
- Los administradores son conscientes de la situación actual de la organización y trabajan en intervalos definidos, haciendo que el compromiso por mejorar sea más visible.

Nivel 3 de Madurez o Definido significa que los procesos se encuentran bien definidos, documentados y son posibles de entender y seguir a través de diversos medios (herramientas de medición, procedimientos, métodos). Día a día se pulen de mejor manera los procesos,

ayudando a establecer una mejor comprensión de estos al equipo de trabajo, que los mantienen en coherencia. Los proyectos en este nivel se realizan adaptando los procesos ya definidos de acuerdo a CMMI.

Al igual que el Nivel 3 de Capacidades, los procesos en el Nivel 3 de Madurez se describen rigurosamente y de forma proactiva. Por lo tanto este nivel de madurez, se considera el más consistente.

El Nivel 4 de Madurez o Gestionado Cuantitativo expresa que aquí organización estableces diversos objetivos cuantitativos para la calidad y rendimiento de los procesos, tanto a nivel organizacional como de proyectos. Algunas medidas que se deben de tomar en cuenta para establecer los objetivos cuantitativos para la gestión de proyectos podrían ser:

- Se deben de tomar en cuenta las necesidades de los clientes comunes, usuarios finales y procesos de la organización para así definir los objetivos cuantitativos.
- El ciclo de vida de los proyectos debe ser gestionado mediantes objetivos de calidad y rendimiento.
- Los modelos de rendimientos de procesos son de suma importancia para facilitar la creación de los objetivos de rendimiento y calidad; de tal manera que ayuden a la organización a cumplir sus objetivos de negocio de manera exitosa.

Por último, el Nivel 5 de Madurez u Optimización consiste en que la organización se centre a la mejora continua de sus procesos, mediante la compresión de sus objetivos de negocio y de las necesidades de rendimiento. Además, las organizaciones deberán de utilizar un enfoque cuantitativo para comprender la variación inherente de los procesos y así determina las causas de los resultados. Este nivel tiene como objetivos mejorar el rendimiento de los procesos, siguiendo un enfoque progresivo e innovador a base de tecnología de apoyo y procesos bien definidos.

Depende de cada organización y de la habilidad que esta tenga para aplicar uno de los enfoques o representaciones que CMMI brinda (continuo o por etapas).

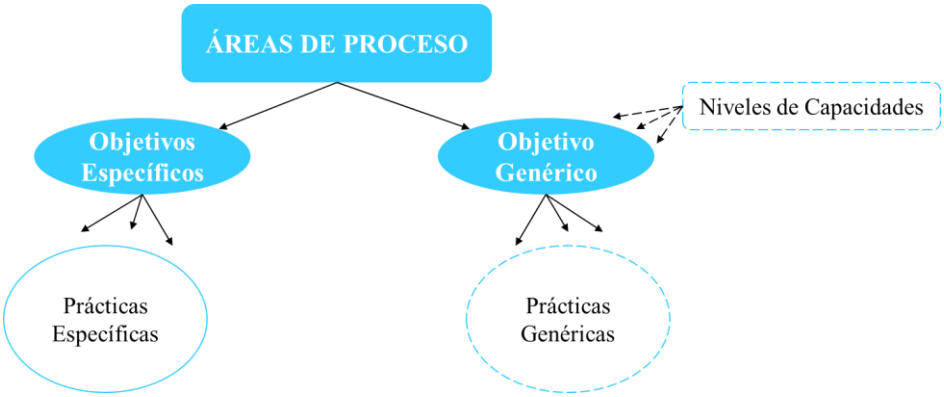



***Figura 7:*** *Estructura de la Representación Continua (Chaudhary & Chopra, 2017)*

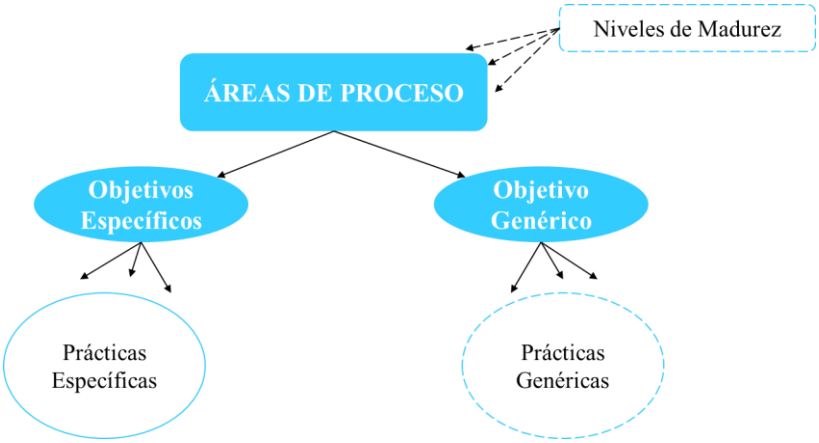



***Figura 8:*** *Estructura de la Representación por Etapas (Chaudhary & Chopra, 2017)*

Como se observa en las Figura 7 y 8 ambas representaciones tienen la estructura parecida, conteniendo componentes similares (áreas de procesos, metas específicas y prácticas específicas) y jerarquías similares. En la representación continua se puede aplicar a un área de proceso en particular junto con cualquier nivel de capacidad, de tal manera que los procesos mejoren. Mientras que en la representación por etapas, se pueden seleccionar varias áreas de proceso dentro del nivel de madurez para su mejora.

Sea representación continua o sea representación por etapas, su finalidad es implementar el modelo CMMI y por tanto, se deben de cumplir con cada uno de los objetivos y prácticas específicas o genéricas para que la organización logre obtener un nivel superior de capacidad o madurez.

CMMI cuenta con un conjunto de áreas de procesos que se caracterizan por ser diferentes y únicas, sin embargo se encuentran interconectadas y relacionadas entre sí. Cada una de ellas posee términos, metas, prácticas y objetivos que cumplir (la Figura 9 muestra la estructura de

las áreas de trabajo y la interacción con otras).

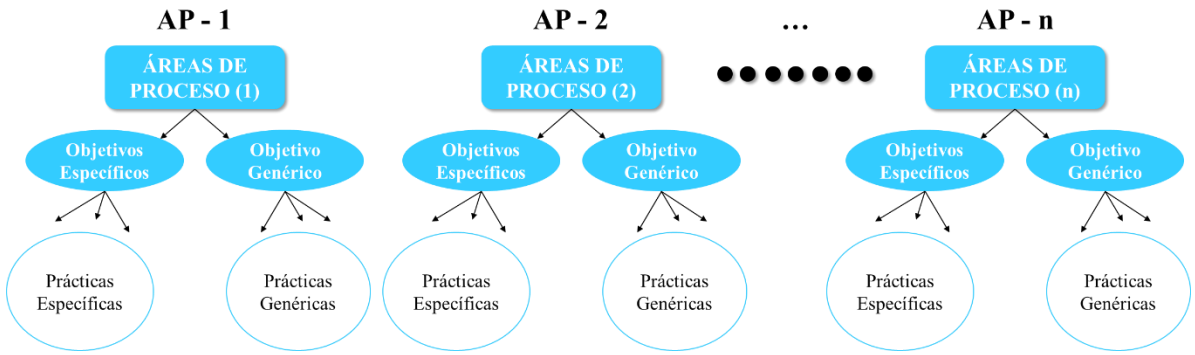



***Figura 9:*** *Estructura de Áreas de Procesos Relacionadas una con Otras (Chaudhary & Chopra, 2017)*

Las áreas de procesos son un conjunto de prácticas que, al ser implementados en conjunto, satisfacen los objetivos considerados muy importantes para la mejora de procesos, que dependiendo de la representación (continua o por etapas) son vistas de diferentes maneras.

Las áreas de procesos dentro de CMMI son divididas usualmente en:

- Gestión de Procesos
- Ingeniería
- Gestión de Proyectos
- Soporte

Estas se seleccionan para aplicar, comprobar y analizar el nivel de madurez de la organización, de tal manera que se planee alcanzar el siguiente nivel. Siempre que se alcance un nuevo nivel de madurez, la organización debe apuntar uno siguiente, analizando y planeando nuevas estrategias que le ayuden a completar las prácticas genéricas y específicas y por tanto los objetivos. La Tabla 3 (Anexos) muestra las 22 áreas de procesos comprendidas por CMMI y su respectivo nivel de madurez.

Por otra parte, es necesario aclarar que en la representación continua las áreas de procesos incrementan de nivel según las prácticas y objetivos cumplidos por separado, estas son escogidas por la organización según el beneficio que aporten; además, un área de proceso puede estar en un nivel más alto que otra.

Mientras que en la representación por etapas, las áreas de proceso van aumentando de nivel al

mismo tiempo (al igual que sus objetivos y prácticas), ya que se encuentran predefinidas en cada nivel de madurez. Todo esto se realiza acorde a los objetivos de negocio de la organización. Las Figuras 10 y 11 muestran la distribución de las áreas de trabajo por representaciones.

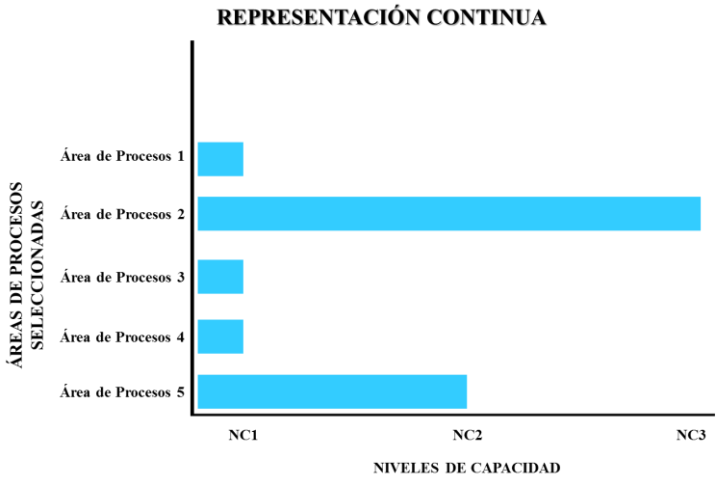



***Figura 10:*** *Representación Gráfica de las Áreas de Posesos Continuas. (Chaudhary & Chopra, 2017)*

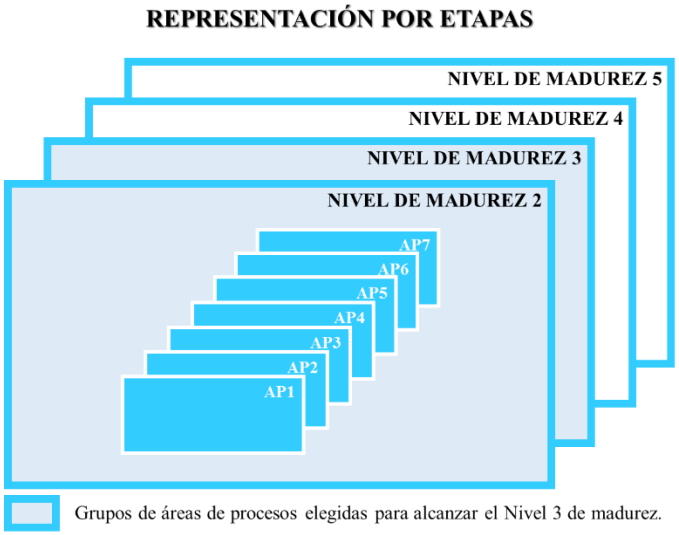



***Figura 11****: Representación Gráfica de las Áreas de Procesos por Etapas. (Chaudhary & Chopra, 2017)*

Sin importar la representación que la organización tome, las áreas de proceso a su vez están integradas por objetivos, uno genérico y varios específicos; de igual forma estos se integran por prácticas genéricas y específicas.

El objetivo genérico (GG - Generic Goal) se encuentra como término común en cada una de

las áreas de proceso, este toma la definición de una meta ya que durante las evaluaciones de CMMI este determinar si el área de proceso cumple o no con lo estimado (satisfecho o no satisfecho), por lo tanto es algo que se debe cumplir o culminar. (Tabla 4 - Anexos)

Los objetivos específicos (SG – Specific Goals) son únicos y se encuentran presentes en cada área de proceso; estas cumplirán lo estimado siempre y cuando se completen cada uno de los objetivos específicos y a su vez, si se realizan todas las actividades específicas. Durante las pruebas de CMMI, los objetivos específicos son evaluados por separado para determinar si se está satisfecho o no con los resultados del área de proceso.

Las prácticas genéricas (GP - Generic Practices) al igual que el objetivo genérico, se encuentran en todas y cada una de las áreas de proceso. La implementación de cada una de estas prácticas ayuda a alcanzar el objetivo genérico del área de proceso; están contienen una descripción detallada de las actividades a realizar.

Las prácticas específicas (SP – Specific Practices) contienen una descripción amplia de la actividad a desarrollar, para que una vez que se cumplan todas se alcancen los objetivos específicos.

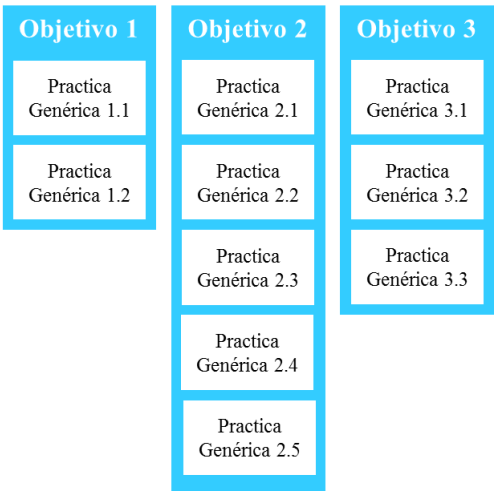



***Figura 12**: Representación Gráfica de los Objetivos y Practicas Genéricas (Chaudhary & Chopra, 2017)*

Los objetivos y prácticas específicas se encuentran detalladas en cada área de proceso de CMMI, estas van acorde a la descripción de estas y conteniendo las mejores prácticas para la organización:

**Planificación de Proyectos (PP),** tiene como propósito establecer y mantener definidos los

planes para el desarrollo de proyectos de manera organizada y clara, detallando cada una de las actividades que se va a realizar para lograr este objetivo. (Tabla 5 - Anexos)

**Gestión Integrada de Proyectos (PM),** tiene como objetivo establecer y administrar proyectos en conjunto con la participación de los interesados directos a base de un proceso que se adapta a los objetivos y procesos de negocios de la organización. (Tabla 6 - Anexos)

**Monitoreo y Control de Proyectos (PMC),** su objetivo es facilitar la comprensión de los posesos ejecutados durante el desarrollo del proyecto de tal manera que si existen falencias, estas puedan ser corregidas adecuadamente. (Tabla 7 - Anexos)

**Gestión de Requisitos (REQM),** su es objetivo es gestionar todos aquellos requisitos que se tengan de los productos del proyecto y los componentes de este, para así distribuir las contradicciones entre las necesidades, planes y productos del trabajo. (Tabla 8 - Anexos)

**Gestión de Riesgos (RSKM),** tiene como objetivo identificar aquellos problemas potenciales antes de que ocurran y así plantear estrategias de manejo de riesgo para luego ejecutadas cuando sea necesario, en cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto y así disminuir o mitigar el impacto negativo para alcanzar el objetivo deseado. (Tabla 9 - Anexos)

**Gestión de Acuerdos de Proveedores (SAM),** el objetivo de esta área de proceso es gestionar la adquisición de nuevos productos a través de los proveedores para que exista un acuerdo formal. (Tabla 10 - Anexos)

**Gestión Cuantitativa del Proyecto (**QPM**),** su objetivo principal es gestionar el proyecto con procesos definidos y así alcanzar una mayor calidad de los procesos, objetivos de rendimiento y del proyecto. (Tabla 11 - Anexos)

**Desarrollo de Requisitos (RD),** lo que busca es recoger y analizar las necesidades como:

- Requerimientos de clientes
- Requerimientos del producto
- Requerimientos de los componentes del producto. (Tabla 12 - Anexos)

**Solución Técnica (TS),** su enfoque es diseñar e implementar soluciones a inconvenientes de acuerdo a los requisitos del proyecto. Estas soluciones se dan en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, de tal manera que este no sufra irregularidades durante su ejecución. (Tabla

13 - Anexos)

**Integración del Producto (PI),** su objetivo es integrar al producto con sus componentes, asegurándose que este funcione correctamente y así poder entregarlo. (Tabla 14 - Anexos)

**Validación (VAL),** se enfoca en demostrar que un producto o componente del producto cumple con su uso cuando se lo coloca en un entorno de trabajo. (Tabla 15 - Anexos)

**Verificación (VER),** su propósito es asegurar que un determinado producto satisfaga los requisitos especificados por el cliente. (Tabla 16 - Anexos)

**Gestión de Desempeño Organizacional (OPM),** ayuda a mejorar el rendimiento y a mantener los objetivos del negocio. Esta se encarga de revisar periódicamente los objetivos del negocio, junto con los objetivos de procesos y calidad. (Tabla 17 - Anexos)

**Definición del Proceso Organizacional (OPD),** define y mantiene activos los procesos que se utilizan dentro de la organización. También se logra definir y mantener los estándares del entorno de trabajo en conjunto con las normas y directrices para equipos de trabajo. (Tabla 18 - Anexos)

**Enfoque del Proceso Organizacional (OPF),** esta área de proceso permite planificar, implementar y mejorar los procesos de la organización, a través de la determinación de oportunidades y fortalezas. (Tabla 19 - Anexos)

**Rendimiento del Proceso Organizacional (OPP),** su propósito es definir objetivos cuantitativos para la organización y establece una base de rendimiento de procesos para gestionar los diferentes proyectos. (Tabla 20 - Anexos)

**Entrenamiento Organizacional (OT),** integra habilidades y mejorar en el conocimiento del personal, con el objetivo de que este realice funciones de manera eficiente. (Tabla 21 – Anexos)

**Análisis Causal y Resolución (CAR),** analiza diversos factores (causas) en diferentes sentidos (positivo - negativo) y si existe un impacto negativo, esta área de proceses ayuda a prevenir dichos problemas y elimina la concurrencia de estos; en el caso de que el impacto sea positivo, el área de proceso ayuda a la organización incorporando los procesos a la causa dando como resultado algo provechoso. (Tabla 22 - Anexos)

**Gestión de Configuración (CM),** esta área de proceso comprende un conjunto de tareas como:

identificar elementos configurables, realizarles un control, mantener su integridad, mantener un registro del estado de configuración, realizar auditorías de conducta, establecer diferentes líneas bases, entre otras tareas. (Tabla 23 – Anexos)

**Análisis de Decisión y Resolución (DAR),** su propósito es analizar las posibles decisiones que se tomarán durante un proyecto mediante el uso de diversas técnicas, evaluaciones y métodos formales. (Tabla 24 - Anexos)

**Medición y Análisis (MA),** establece un sistema de medición para la organización o el grupo de trabajo, ayudando a medir y evaluar los objetivos del proyecto y de que estos se cumplan. (Tabla 25 - Anexos)

**Aseguramiento de Calidad en Procesos y Productos (PPQA),** su tareas van desde evaluar objetivamente los procesos y el producto, hasta comunicar al equipo de trabajo las actividades pendientes y asegurarse que los problemas se solucionen debidamente. (Tabla 26 – Anexos)

## 1.3. BASES LEGALES

Desde el 2009 hasta la actualidad dentro de la República del Ecuador existe un documento legal titulado *"NORMAS DE CONTROL INTERNO PARA LAS ENTIDADES, ORGANISMOS DEL SECTOR PÚBLICO Y PERSONAS JURÍDICAS DE DERECHO PRIVADO QUE DISPONGAN DE RECURSOS PÚBLICOS"*, el cual fue aprobado por el ex mandatario Sr. Ec. Rafael Correa Delgado. En dicho documento se exponen diferentes normas para la administración de Tecnologías de la Información, tales como: Organización Informática, Políticas y Procedimientos, Administración de Proyectos, Desarrollo y Adquisición de Proyectos, Seguridad de la Tecnología de la Información, Monitoreo y Evaluación de procesos y servicios, Sitio Web, Servicios de Internet e Intranet, etc. Estas se encuentran distribuidas a través de códigos que van desde el número 410-01 hasta el número 410-17.

# CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

El desarrollo de la investigación toma como protagonista el Departamento de Tecnologías de la Información de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas – PUCESE; de él se piensa adquirir información necesaria para la conclusión de esta. El departamento se encuentra ubicado en el edificio principal, donde se desarrollan actividades tanto administrativas como técnicas; este cuenta con su propio espacio físico donde se distribuyen por áreas como Dirección, Desarrollo de Software y Soporte Técnico, las cuales cumplen con los diferentes procesos del ejercicio laboral que serán evaluados para determinar del nivel de madurez del departamento.

## 2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Partiendo del objetivo que se deseaba alcanzar y del cómo procesar los datos para obtener resultados válidos, la investigación se desarrolló en combinación de dos tipos principales de investigación Cualitativa y Cuantitativa (Mixta), utilizando las fortalezas de ambas y reduciendo sus debilidades.

La investigación plantea el estudio de la situación actual del nivel de madurez y capacidades del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y para ello fue necesario estudiar las tendencias erróneas que este comete al manejar los procesos de Desarrollo de Software, que viéndolo desde esa perspectiva se acopla perfectamente a un estudio cuantitativo; por otro lado, al tener la necesidad de conocer y entender profundamente el origen de estos errores, la investigación toma un sentido cualitativo.

La investigación mixta se caracteriza por medir los objetivos de estudio mediante rubras numéricas y con lenguaje explicito que en conjunto intentan dar al investigador una vista amplia de entendimiento de ellos. Además, se pueden apreciar diferentes perspectivas de la investigación, existiendo mayor entendimiento y resultados concretos que ayudan al investigador a responder de manera más profunda diversas interrogantes sobre la investigación.

## 2.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La investigación posee un mix de diversos métodos seleccionados que logran cumplir con los

objetivos principales. La investigación cuenta con una profundidad que llega a ser considerada descriptiva; además de poseer características de tipo bibliográfica, ya que se basa en diferentes fuentes de información como libros, artículos científicos y revistas científicas.

Las técnicas o instrumentos que se utilizaron para el desarrollo de la investigación se encuentran en el método cualitativo y cuantitativo, tales como: la entrevista, la encuentra o cuestionario, las fichas de observación que ayudaron a recaudar información necesaria para la conclusión de esta.

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

Toda investigación necesita ser medida a relación del impacto, profundidad, problema y solución, y para ello es fundamental recolectar datos a través de instrumentos que ayuden a concluir con éxito la investigación y obtener bueno resultados. Si se lleva adecuadamente la recolección de información, el investigador tendrá mayor credibilidad en su trabajo, obteniendo documentación y valores necesarios para defender el tema de investigación.

Los instrumentos juegan un papel sumamente importante dentro de esta investigación, de ellos se busca recaudar información necesaria para su desarrollo y conclusión, además de brindan una vista amplia de la problemática que necesariamente se plantea solucionar. Los instrumentos necesarios para cumplir el objetivo antes planteado son: Entrevista, Encuesta y Fichas de Observación.

### 1. Entrevista Estructurada y No Estructurada

El instrumento Entrevista se realizará de forma mixta entre las entrevistas estructuradas que cuentan con una guía de todas las preguntas que deben de realizarse al entrevistado, y las entrevistas no estructuradas que se dan con respuestas libres plasmadas en notas escritas, grabaciones de audio y video grabaciones; lo que busca el investigador es obtener una vista amplia del problema a solucionar.

El instrumento se piensa dirigir al Jefe o Director del Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE), del entrevistado se busca obtener información clara y concisa como: productos y servicios que ofrece el departamento, áreas de trabajo, roles, número de trabajadores por áreas de trabajo, procesos que realiza cada área de trabajo, documentación

de proyectos y experiencias propias.

La entrevista contará con la siguiente estructura:

- **Introducción:** Al iniciar el proceso de entrevista el investigador deberá explicar al entrevistado el propósito de la entrevista.
- **Entrevista:** Durante la entrevista, el investigador realizará las preguntas que serán contestadas por el entrevistado; las principales preguntas serán de contexto cerrado, en algunas otras se pedirá explicación de la respuesta dada y por último en pocas se pedirá que el entrevistado conteste abiertamente.
- **Conclusiones:** Al finalizar la entrevista, se dará alguna recomendación u observación si es oportuno.

**2. Encuesta**

Este instrumento llamado Encuesta será dirigida al personal de trabajo del Área de Desarrollo de Software del departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); esta será llevada a cabo en conjunto con el investigador para qué, en caso de que existan dudas, el investigador podrá contestarlas de manera clara y entendible, dando explicaciones y ejemplos. Esta encuesta está basado en la información que se obtendrá con en el anterior instrumento (entrevista).

La encuesta toma un sentido de autoevaluación del nivel de madurez y capacidades de la organización basándose en el modelo CMMI-SW. Las preguntas o campos a contestar serán presentadas dependiendo las áreas de procesos seleccionadas previamente, para la medición.

La Encuesta busca recaudar información más profunda del funcionamiento actual de dicho departamento y de todos aquellos procesos, proyectos y servicios que generan y del nivel de madurez y capacidad en el que se encuentra.

**3. Ficha de Observación**

El instrumento Ficha de Observación se utilizará para reafirmar los datos obtenidos en el anterior instrumento (encuesta). En el posible caso de que los encuestados no hayan sido 100% claros y objetivos, la observación por parte del investigador dará una segunda perspectiva de los procesos y pasos a seguir para el desarrollo de un nuevo producto o

servicio del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

La observación se realizará de manera objetiva y profesional, respetando cada una de las normas éticas planteadas por el investigador. La estructura de la ficha de observación se diseña de acuerdo a las áreas de procesos obtenidas y analizadas anteriormente en el instrumento entrevista.

La característica principal de este instrumento es que la recaudación de datos se da de manera científica, ya que el investigador sabe lo que tiene que observar y para qué lo está haciendo y por tanto es una observación cuidadosa y minuciosa.

## 2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para mayor entendimiento de los datos recolectados con los anteriores instrumentos descritos, es importante practicar técnicas de análisis y procesamiento de estos. De ello también dependen los buenos resultados que se espera de la investigación. Una vez realizados cada uno de los instrumentos, se procederá al análisis y clasificación o agrupación de los datos por parte del investigador.

Para el proceso de procesamiento de datos se utilizará la técnica de la tabulación de datos a través de matrices diseñadas en el Software Microsoft Excel, por medio de este software se prevé utilizar el método de análisis Descriptivo que mostrará los resultados en diferentes gráficos estadísticos y tablas relacionadas.

# CAPÍTULO III: RESULTADOS

## ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA DIRIGIDA AL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TICS (Anexo 1)

**OBJETIVO:** Obtener información acerca de los procesos, actividades, proyectos y de la utilización de buenas prácticas con CMMI dentro del Departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

### ANÁLISIS

La entrevista da lugar a un dialogo abierto entre el entrevistador y el entrevistado. La primera pregunta tiene relación al conocimiento previo sobre CMMI y sus componentes, en la cual el entrevistado explicaba las medidas de calidad que propone este modelo, los altos costos de su implantación y el estado actual en que se encuentra el departamento a su cargo, considerando que este posee un Nivel 1-2 de Madurez o Capacidad.

La siguiente pregunta se centraba en conocer la existencia de alguna metodología de desarrollo implantada en el departamento, a la cual el entrevistado respondió de manera incierta, alegando que podría existir un híbrido entre diferentes metodologías ágiles y buenas prácticas.

Al continuar con la entrevista, se tocaron temas como los procesos, los proyectos y sus responsables, donde el entrevistado explicó que cada proceso cuenta con un responsable, y que este se encarga de su correcto funcionamiento.

El objetivo de la siguiente preguntas era conocer las áreas de proceso que desarrolla el departamento de TICs y la perspectiva del entrevistado sobre el desempeño de este; a través de un listado donde se nombraban todas las áreas de procesos comprendidas por CMMI, el entrevistado valoró aquellas que consideraba implementadas en el departamento, dando como respuesta a que el área de Planificación de Proyectos no se encuentra totalmente desarrollada, debido a que esta no depende solo de un ente sino de varios, por ellos la implementación de áreas de procesos como Gestión Integrada de Proyectos y Monitoreo y Control de Proyectos es imposible.

Por otro lado, el departamento de TICs se halla intentando implementar el área de procesos de Gestión de Requisitos, caso contrario al que sucede con Gestión de Riesgos, Gestión de Acuerdos con los Proveedores y Gestión de Proyectos Cuantitativa.

Áreas de procesos como: Desarrollo de Requisitos, Solución Técnica, Integración de Producto, Validación, Verificación y Gestión de Configuración, se encuentran parcialmente desarrolladas en el departamento; mientras que Gestión de Desempeño Organizacional, Definición del Proceso Organizacional, Enfoque del Proceso Organizacional, Rendimiento del Proceso Organizacional y Entrenamiento Organizacional, no llegan a ser implementadas por falta de aplicación de buenas prácticas y medidas de calidad por parte de la universidad; cada persona y departamento se centra sólo en sus competencia y no existe una integración entre todos para poder mejorar los procesos organizacionales; todo dependerá de la alta gerencia que maneje la universidad.

Para finalizar la valoración el entrevistado explica que las áreas de Análisis Causal y Resolución y Análisis de Decisión y Resolución deberían ser aplicadas en el departamento, pero realmente no sucede, omitiendo el análisis y tomando decisiones al instante. Inconvenientes como la falta de personal, presupuesto, tecnología o espacio físico es considerado por el entrevistado como motivos para la parcial implementación de las áreas de procesos de CMMI.

**ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL LABORAL**
**ÁREA DE DESARROLLO (Anexo 2)**

**OBJETIVO:** Obtener información acerca de los procesos, actividades, proyectos y de la utilización de buenas prácticas con CMMI dentro del Departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y por ende conocer la situación actual (nivel de madurez y capacidad) de este.

**ANÁLISIS**

Se realizó una encuesta de procesos de desarrollo de software a través de una plantilla CMMI Nivel 1-2, al departamento de TICS de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Esmeraldas (PUCESE).

Se socializó con los involucrados y se les explicó el objetivo y la importancia del desarrollo de la investigación a través del instrumento, siendo cuatro las personas que participaron del desarrollo de la misma.

Las áreas de procesos que se evaluaron son las siguientes:

- Planificación de Proyectos (PP)
- Gestión de Requisitos (REQM)
- Desarrollo de Requisitos (RD)
- Solución Técnica (TS)
- Integración del Producto (PI)
- Validación (VAR)
- Verificación (VER)
- Gestión de Configuración (CM)
- Medición y Análisis (MA)
- Aseguramiento de Calidad en Procesos y Productos (PPQA)

La forma de valorar las diferentes áreas de procesos, se dio a través de un rango entre 1 – 4 además de la opción de marcar el casillero (?) de aquellas preguntas que el encuestado no conocía. Para el entendimiento de los resultados se obtuvo la Media y la Desviación de cada Práctica Específica y por ende las Medias de cada Área de Procesos.

## 1. PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

El departamento de TICs se encuentra parcialmente realizando las actividades necesarias para la implementación correcta de esta área de proceso; como se observa en el Gráfico 1 prácticas como: Estimar el Alcance, Establecer las Estimaciones del Producto y Definir Fases del Ciclo de Vida del Producto son los puntos fuertes del departamento; mientras que Estimar Esfuerzos y Costos, Establecer Presupuesto y Calendario, Planificar la Gestión de Datos y Planificar los Recursos del Proyecto son sus puntos débiles.

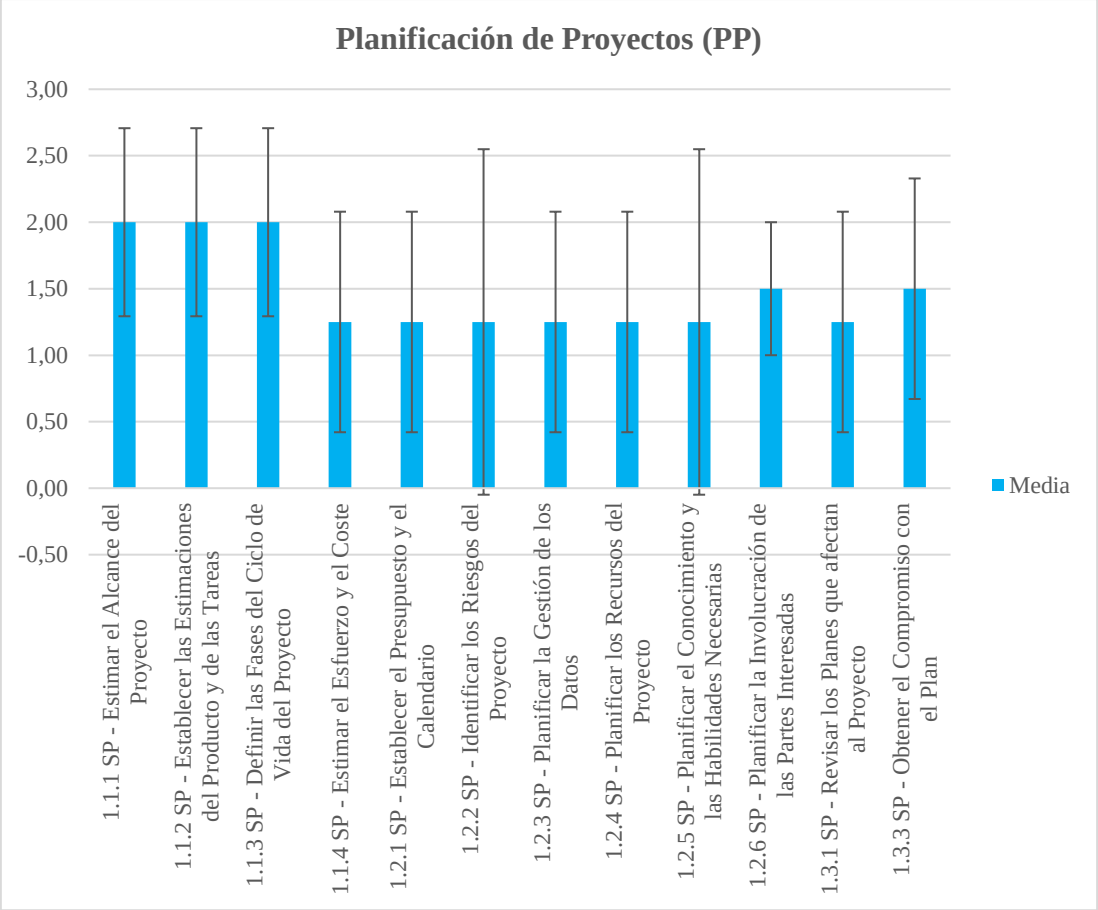



***Gráfico 1:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Planificación de Proyectos (PP)*

Cabe destacar, que existe una desviación alta (opiniones de dispersos valores de los encuestados) en las prácticas: Identificar los Riesgos del Proyecto y Planificar el conocimiento y las Habilidades Necesarias.

## 2. GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS (REQM)

Dentro del área de procesos de Gestión de Requerimientos, el departamento de TICs toma medidas necesarias para su implementación como antes se mencionó durante la entrevista dada por el Jefe del Departamento. Siendo sus puntos fuertes las prácticas: Comprender los Requisitos, Obtener el compromiso de los participantes y Asegurara que el Pan del Proyecto esté acorde a los Requisitos; mientras que Gestionar los Cambios a los Requisitos y Mantener la Trazabilidad se realizan a menor medida.

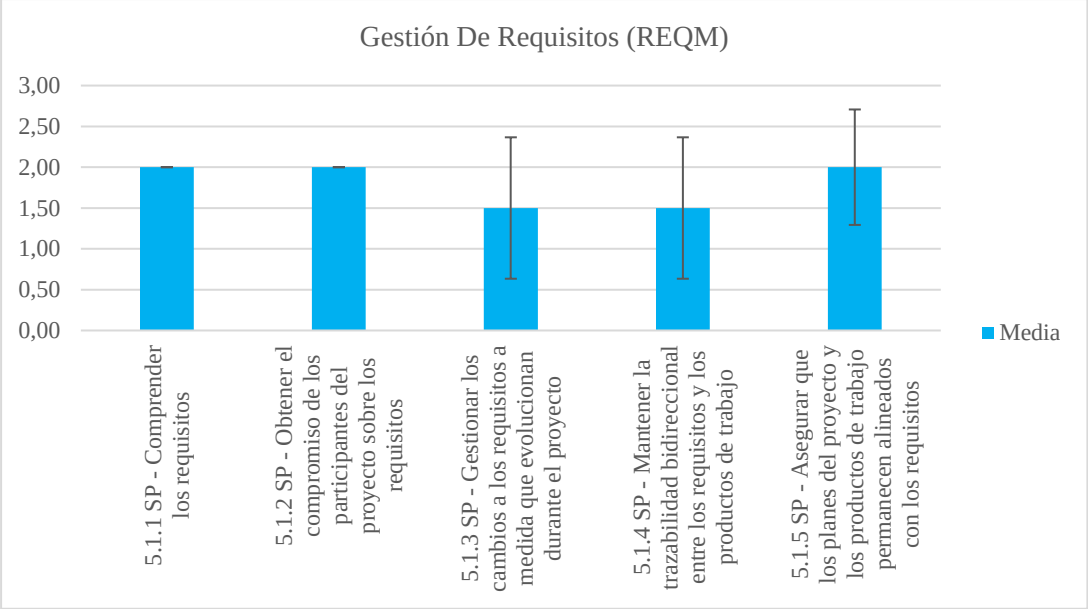



***Gráfico 2:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Gestión de Requerimientos (REQM)*

Como se puede observar en el Gráfico 2, la desviación es nula en las dos primeras prácticas, estando todos los encuestados de acuerdo en su valoración.

## 3. DESARROLLO DE REQUISITOS (RD)

El departamento presenta resultados aceptables dentro de esta área de procesos, siendo sus puntos fuertes como se pueden observar en el Gráfico 3: Deducir las necesidades del clientes, Transformas las Necesidades a Requerimientos, Asignar Requisitos, Establecer conceptos, escenarios y funcionalidades, Analizar y Validar Requisitos.

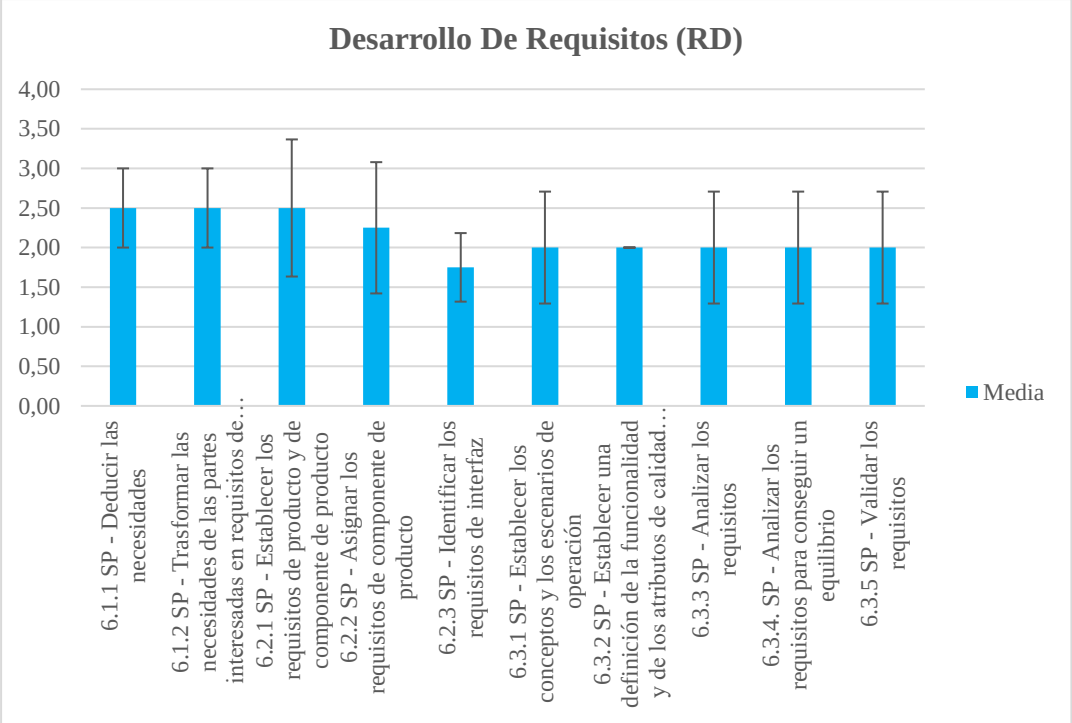



***Gráfico 3:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Desarrollo de Requisitos (RD)*

Para lograr un mejor desempeño en los procesos es necesario el cumplimiento total de las practicas; sin embargo el jefe encargado del departamento de TICs, asegura que todavía falta establecer de manera acertada la Planificación de Proyectos para que exista una mejor implantación en las áreas de procesos relacionadas como esta.

## 4. SOLUCIÓN TÉCNICA (TS)

El área de procesos Soluciones Técnicas se centra en diseñar e implementar soluciones a inconvenientes de acuerdo a los requisitos del proyecto; por ello, el departamento de TICs busca resolver dichos inconvenientes para que no existan retrasos durante el desarrollo del producto. El Gráfico 4 indica de manera gráfica la parcial implementación de esta área de procesos, teniendo como puntos fuertes las prácticas: Diseñar el Producto y sus Complementos, Diseñar las interfaces y Desarrollar la Documentación de Soporte del Producto.

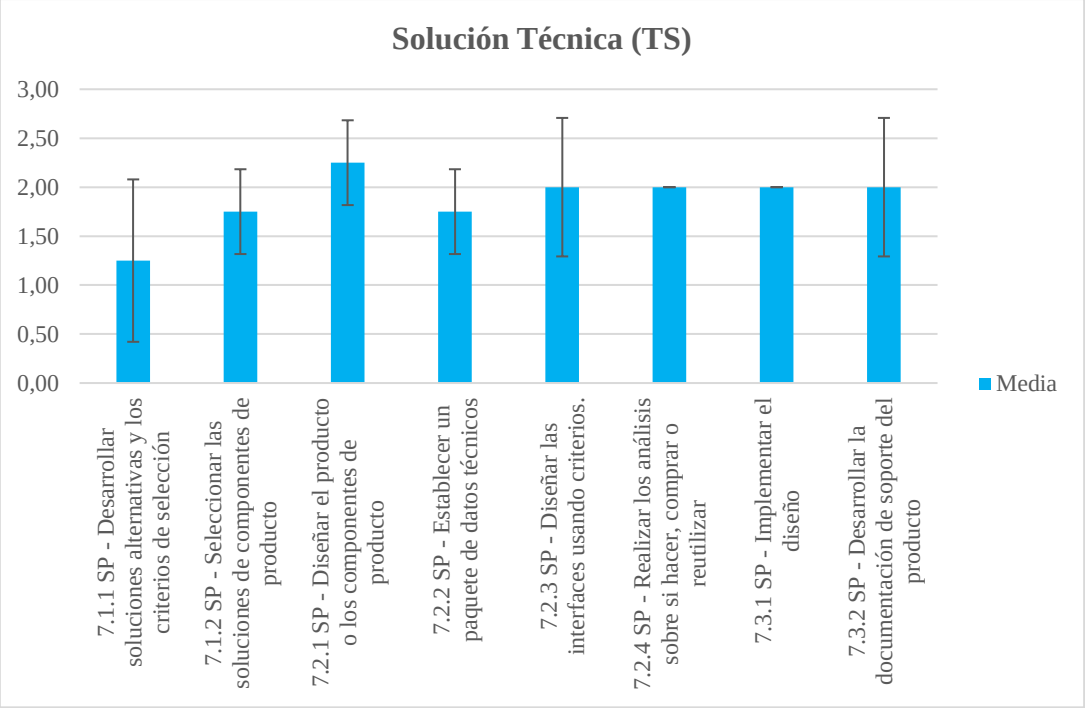



***Gráfico 4:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Solución Técnica (TS)*

Las prácticas Realizar los A1nálisis sobre si Hacer, Comprar o Reutilizar e Implementar el Diseño poseen una desviación nula, por ende los encuestados están de acuerdo en su valoración.

## 5. INTEGRACIÓN DEL PRODUCTO (PI)

El objetivo de esta área de procesos es integrar al producto con sus componentes, asegurándose que funcione correctamente y así poder entregarlo. El departamento de TICs se encuentra implementando diferentes prácticas para la correcta integración de los productos que desarrolla. El Gráfico 5, demuestra el trabajo que se está realizando desde la expectativa de los encuestados, dando como resultado que los puntos fuertes del departamento son: Establecer una Estrategia de Integración, Establecer el entorno de Integración, Confirmar la disponibilidad del Producto, Evaluar los Componentes del Producto y Entregar el Producto.

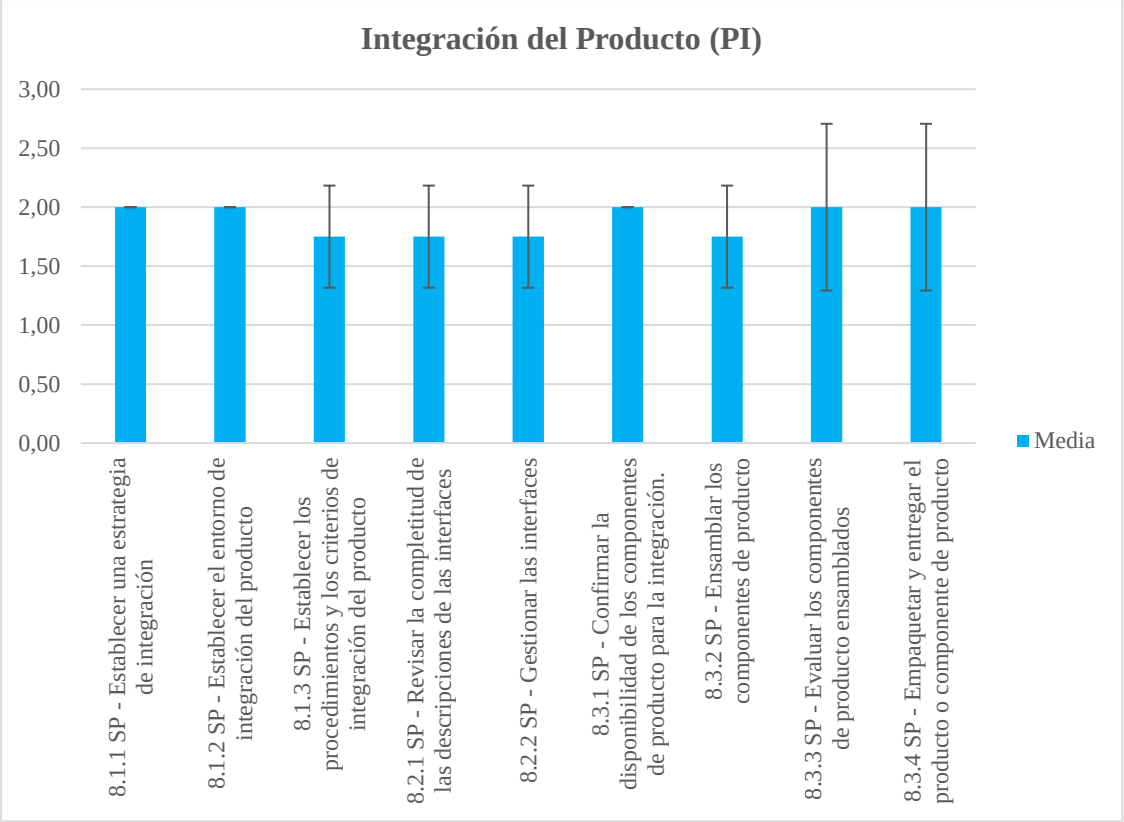



***Gráfico 5:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Integración de Productos (PI)*

En la gráfica anterior se puede observar como las prácticas Establecer Estrategias de Integración y Establecer el Entorno de Integración poseen desviaciones nulas; nuevamente el grupo encuestado coincide en la valoración de las prácticas.

## 6. VALIDACIÓN (VAL)

Se enfoca en demostrar que un producto o componente del producto cumple con su uso cuando se lo coloca en un entorno de trabajo. El jefe del departamento explicó en la entrevista antes realizada, que si aplicaban prácticas de validación para los productos que desarrollaban en el departamento. El siguiente Gráfico 6, demuestra que el grupo encuestado comprende un pensamiento similar a lo antes mencionado, teniendo la mayoría de las prácticas como puntos fuertes.

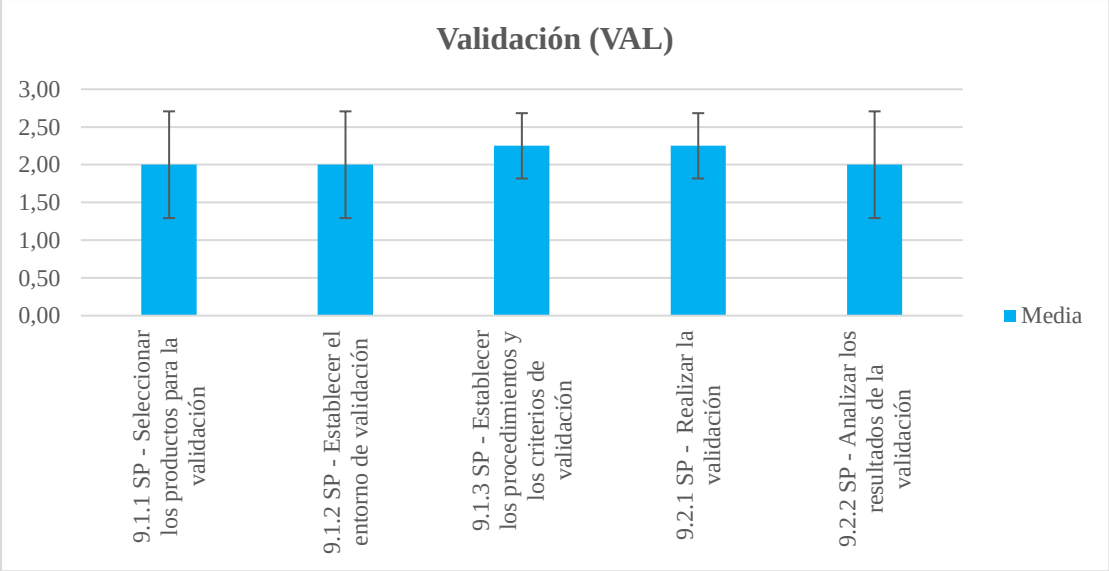



***Gráfico 6:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Validación (VAL)*

## 7. VERIFICACIÓN (VER)

Su propósito es asegurar que un determinado producto satisfaga los requisitos especificados por el cliente. Al igual que en el punto anterior, se puede observar en el Gráfico 7, que el grupo encuestado posee un conocimiento semejante a lo que Verificación se refiere; el jefe del Departamento de TICs asegura que esta área de proceso se aplica de la misma manera que Validación, haciendo un mix de ellas.

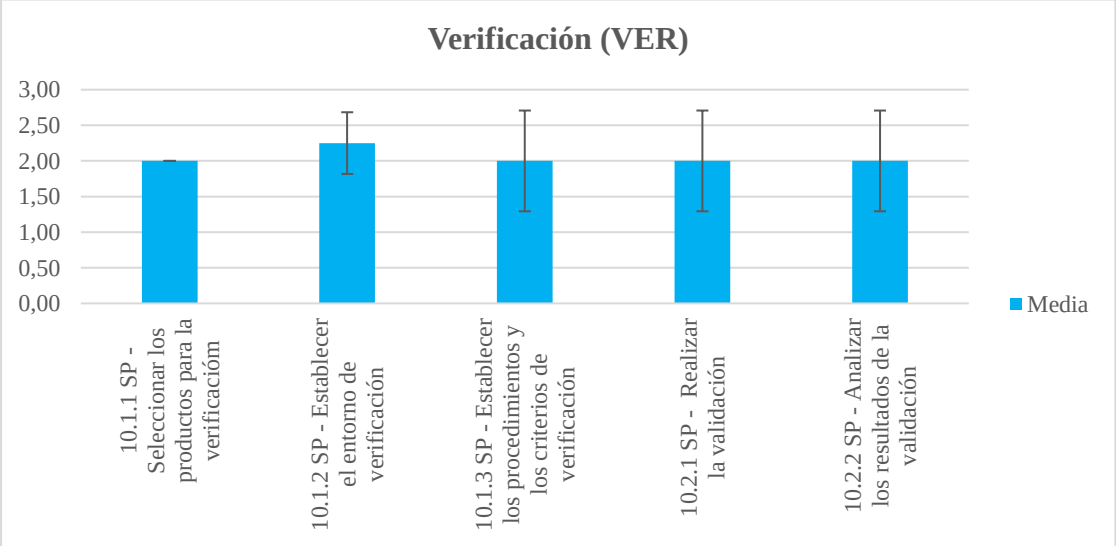



***Gráfico 7:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Verificación (VER)*

## 8. GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN (CM)

En esta área de proceso se realizan diferentes tareas como: identificar elementos configurables, realizarles un control, mantener su integridad, mantener un registro del estado de configuración, realizar auditorías de conducta, establecer diferentes líneas bases, entre otras tareas.

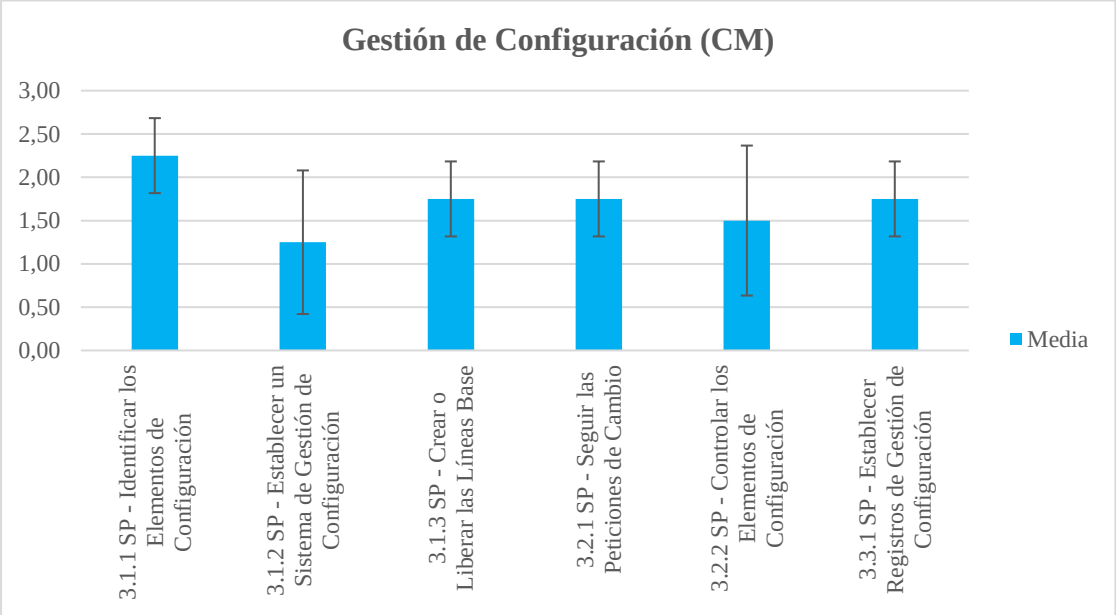



***Gráfico 8:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Gestión de Configuración (CM)*

El jefe del departamento de TICs considera que ciertas tareas se realizan durante el desarrollo del proyecto, pero que no todas pueden ser cumplidas al cien por ciento; esto se ve reflejado en el Gráfico 8, donde la mayoría de las prácticas se encuentran como puntos bajos, mientras que Identificar Elemento de Configuración podría tomarse como su punto fuerte.

## 9. MEDICIÓN Y ANÁLISIS (MA)

Su propósito es establecer un sistema de medición tanto para la organización como para o el grupo de trabajo, ayudando a medir y evaluar los objetivos del proyecto y de que estos se cumplan. En el siguiente Gráfico 9 se puede observar como dentro de esta área de procesos los encuestados proporcionan calificaciones menores a 2.

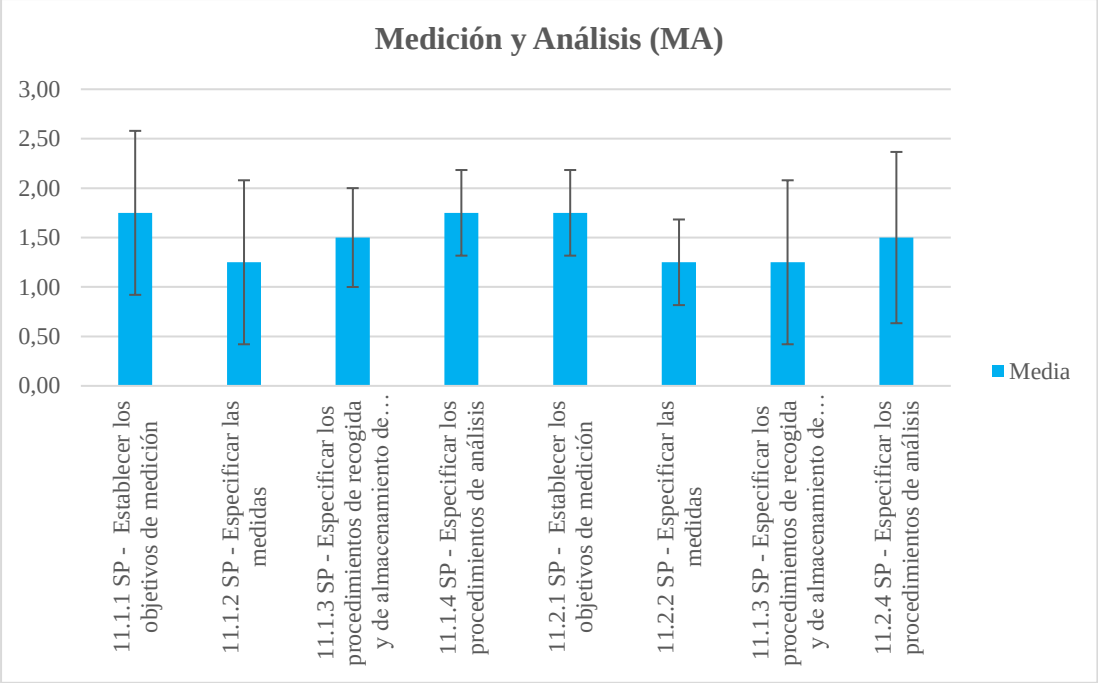



***Gráfico 9:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Medición y Análisis (MA)*

Estas prácticas no logran ser debidamente desarrolladas por el departamento de TICs, se encuentra reflejado en la experiencia propia de los encuestados y firmemente respaldada por la entrevista antes realizada al jefe de dicho departamento.

## 10. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN PROCESOS Y PRODUCTOS (PPQA)

Esta área de proceso incluye diversas subtareas que se deben seguir rigurosamente para el correcto funcionamiento del proyecto, para que este al final de un resultado de calidad. El Departamento de TICs no cuenta con un procedimiento completo, espacio de trabajo adecuado o un equipo correctamente capacitado para la implantación de esta área de procesos; esto se puede observar en el siguiente Gráfico 10 donde los encuestados valoran su implantación con menos puntos de los necesarios, siento todas las prácticas factores débiles del departamento.

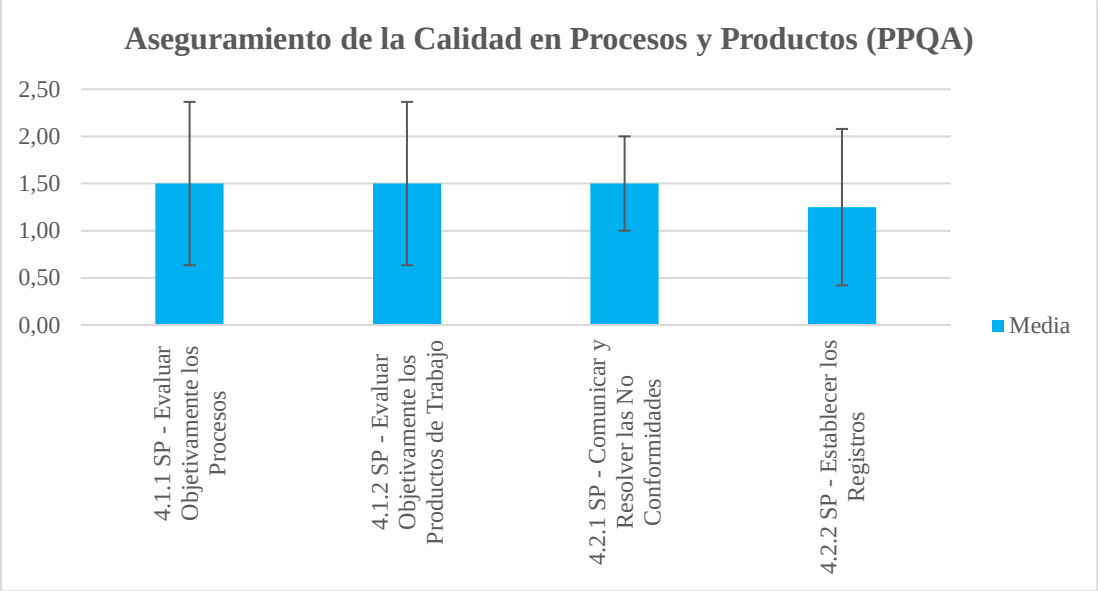



***Gráfico 10:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Área de Procesos Aseguramiento de la Calidad en Procesos y Productos (PPQA)*

**FICHA DE OBSERVACIÓN**

**DEPARTAMENTO DE TICS (Anexo 3)**

**FICHA Nº 1**

La primera observación se dio el día 05 de Diciembre del 2017 de 9:00 a 11:00 dentro del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. A partir de las 9:20 se integró un nuevo miembro en el grupo de trabajo dedicado a la creación de una página web para la PUCESE solicitada por la alta gerencia de la organización. La integración se dio a través de la socialización del proyecto al nuevo integrante para que así apoyara a la culminación de este.

El grupo de trabajo está conformado por cuatro personas (3 programadores y un diseñador), de las cuales 2 de los programadores poseen un horario de 9:00 a 13:00 mientras que el ultimo de 12:00 a 16:00; el diseñador posee un horario flexible.

Las herramientas tecnológicas que utilizan para el desarrollo del proyecto son:

- Wordpress y PHP 7.0
- Servidores (Prueba y Producción)
- Docker y Bases de Datos
- Data Center

Para el acceso a todas estas herramientas utilizan contraseñas seguras, conformadas por letras mayúsculas, minúsculas, números y caracteres especiales. Los datos son manejados de manea encriptada para mayor seguridad.

Las tareas son delegadas a cada persona del grupo para su rápido cumplimiento. En caso de errores el desarrollador se encarga de solucionarlo, caso contrario se le comunica al jefe del departamento.

**FICHA Nº 2**

La segunda observación se dio el día 8 de Diciembre del 2017 de 8:00 a 10:00 dentro del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. A partir de las 8:20 el grupo de trabajo estaba determinado a terminar los requisitos pedidos por la alta gerencia, por atrasos inesperados estos no fueron culminados en el tiempo planificado. El proyecto se encontraba en un entorno de prueba en donde todos los implicados podían desarrollar la parte que les correspondía del proyecto.

Al pasar el proyecto del servidor de pruebas al de producción surgieron diversos inconvenientes, como que el proyecto no respondía, dando error de pantalla blanca y con líneas de código incomprensibles. Estos errores fueron resueltos con soluciones técnicas entre todo el equipo de trabajo, apoyándose entre sus conocimiento y la utilización del Internet.

Se tuvo una reunión aproximadamente a las 11:00 con la alta gerencia para platicar de las reformas o segunda fase del proyecto, donde se necesitará que se corrijan ciertos errores o inconformidades del cliente.

Una vez terminada la reunión con la alta gerencia, se decidió utilizar la herramienta Planner de Microsoft para registra en esta todas las actividades que se van a realizar dentro del equipo de trabajo y en donde se podrá visualizar todo el proceso (si completar, en curso o completado) del proyecto. Nuevamente se asignaron tareas al grupo de programadores y al diseñador; cada uno de ellos podrá acceder a la herramienta Planner a registrar el proceso de sus actividades.

**FICHA Nº 3**

La segunda observación se dio el día 11 de Diciembre del 2017 de 8:00 a 10:00 dentro del departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas. A las 9:45 aproximadamente el representante máximo de la organización, dialogó con el grupo

de trabajo sobre algunos requisitos que vio conveniente agregar al proyecto; cabe destacar que la idea no fue lo suficientemente claro, pero el grupo de trabajo vio la posibilidad de realizar los cambios.

Una vez terminada la conversación, el grupo de trabajo se dirigió a conversar con el jefe del departamento, en donde determinaron la planificación como solución a dicha petición. El grupo de trabajo debió realizar una propuesta para reunirse con el cliente y ver si realmente los requerimientos levantados eran los que realmente necesitaba; una vez realizado esto se podrá determinar cuáles serán las tareas asignadas a cada miembro durante los siguientes días.

# CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la situación actual del nivel de integración de Modelo de Madurez y Capacidades (CMMI) en el Departamento de TICs de la PUCESE, tomando como protagonista a los procesos y actividades que realiza dicho departamento. A través del estudio de ellos se determinaron los problemas, causas e impacto que producen en la calidad del producto final. Además, se hallaron limitantes ajenos al departamento que corresponden a la organización principal.

En la entrevista realizada al Jefe del Departamento se logró determinar los primeros problemas que impiden el desarrollo correcto de las prácticas de CMMI entre ellas: falta de personal, que como antes se describe sólo se poseen tres trabajadores adicionales al jefe; espacio físico reducido, ya que no cuentan con un departamento amplio o seccionado en diferentes áreas; escasos recursos tecnológicos y económicos, puesto que al ser un departamento pequeño la organización no destina suficiente presupuesto para el desarrollo de todas las actividades necesarias para la aplicación correcta de CMMI o algún otro método o buenas practicas. Todo lo anteriormente mencionado concuerda con la experiencia en el análisis de la situación de una empresa desarrolladora de software, realizado por Vargas W., Leal C. y Samuel M., (2013), los cuales exponían la falta de recursos y planificación de la empresa en estudio. Una vez realizada la revisión de los resultados se evidenció que se emplea de manera limitada la mayoría de las buenas prácticas de las diversas áreas de proceso, donde se aplican 10 de 22 áreas de proceso pertenecientes al modelo CMMI.

Además de los datos antes mencionados, también se trataron temas como conocimiento acerca del modelo CMMI entre el grupo de trabajo, a lo que el jefe del departamento alegó que conocía dicho modelo, pero que es indispensable que la organización PUCESE lo aplicara por igual a todos sus departamentos, de tal manera tenga los procesos obtengan mayor validez; adicionalmente expresaba que todos los procesos no inician en el departamento de TICs sino desde los exteriores de este, y al no existir un debida manipulación del proceso este no logra la calidad deseada no solo para el departamento sino para toda la organización.

Algunos temas como los que exponen Ahmed B., Abd E. y Yehia M., (2016) en su estudio del beneficio de la integración de CMMI y otras metodologías como Scrum, fueron abarcados en la entrevista a la cual el jefe de sistema respondió que posiblemente el departamento de TICs aplique ciertas buenas prácticas de ambos, como un híbrido. También se dialogó el hecho de

que la aplicación de CMMI podría llegar a ser costosa como se explica en el estudio realizado por Simões C. y Montoni M., (2014).

Después de seleccionar las áreas de proceso de estudio detallado, se decidió realizar una encuesta CMMI aplicada anteriormente en diversos estudios como Miyashiro M. y Ferreira M., (2014) y Iqbal, J., Ahmad R., Nasir M., Niazi M., Shamshirband S. y Noor M., (2015) donde se aplicaban varias preguntas para determinar estadísticamente cuales son las prácticas más desarrolladas y cuáles no, dentro de la empresa de estudio; en el caso de esta investigación en Departamento de TICs se aplicó dicha encuesta a cuatro personas del equipo de trabajo de desarrollo de software dando resultados que se pueden observar en el siguiente Gráfico 11.

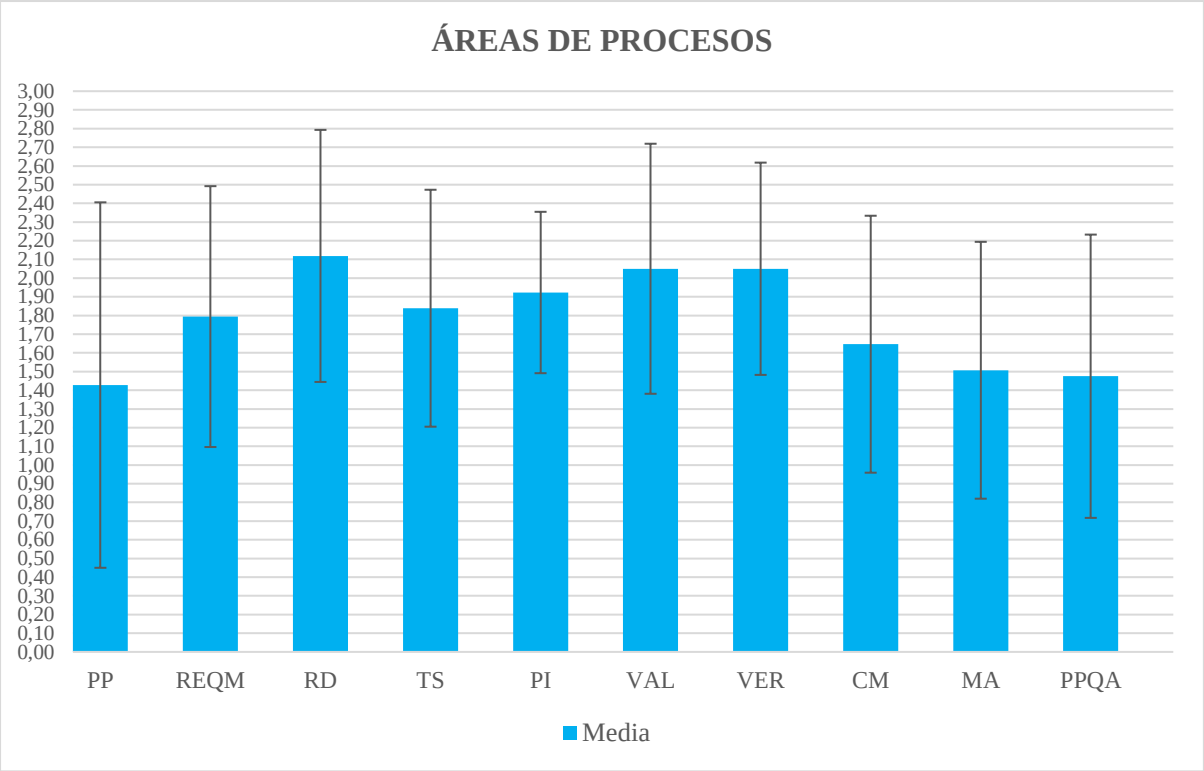



***Gráfico 11:*** *Resultados de la Encuesta CMMI - Áreas de Procesos Evaluadas*

Este gráfico evidencia claramente que el área de Desarrollo de Requisitos es aquella que se encuentra parcialmente más integrada a dicho departamento al igual que Validación y Verificación, mientras que áreas como Planificación de Proyectos, Medición y Análisis y Aseguramiento de la Calidad se encuentran bajamente integradas. Dentro del resultado del área de Planificación de Proyectos esta toma un valor bajo; explicado por su propio jefe, esta se encuentra inmersa en el desarrollo de proyectos pero no es realizada de manera adecuada ni se utiliza un modelo guía como CMMI para su implementación. También se puede observar, que

la desviación en esta área de procesos es media, denotando que los criterios de los encuestados es dividida. Resultados parcialmente similares se encuentran en el estudio anteriormente mencionado realizado por Vargas W., Leal C. y Samuel M., (2013) donde se evidenció que el 83% de los ítems no se llevaban a cabo; un 12% eran parcialmente implementados y un 5% cumplidos a su totalidad.

Si bien el gráfico muestra cada área de procesos con su respectivo promedio de alcance, se puede denominar que ninguna de ellas llega a un promedio mayor a 3, siendo estos considerados los valores factibles para ser categorizada como un área de Nivel 2 de Madurez y Capacidad; mientras que la mayoría de estas áreas como se puede observar en el Gráfico 12 se encuentran en promedios de 1 a 2.5 siendo consideradas como un Nivel 1 de Madurez y Capacidad. Todas aquellas áreas de proceso contempladas por CMMI y que no se evaluaron dentro de la encuesta poseen un promedio menos a 1, siendo clasificadas como Áreas de Procesos Incompletas o no Implementadas.

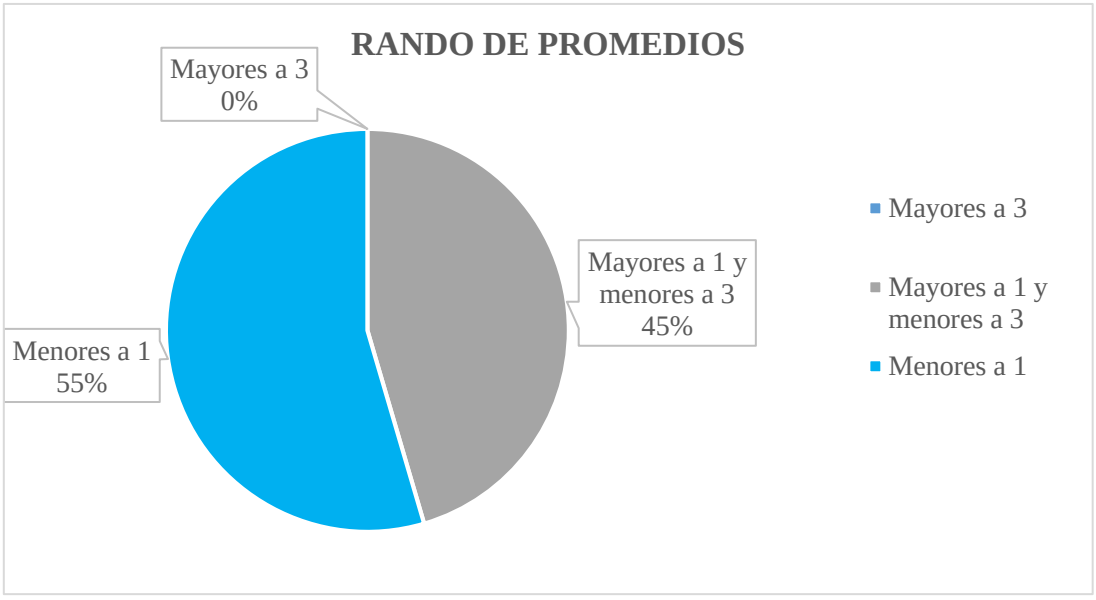



***Gráfico 12:*** *Representación Gráfica de Promedios Obtenidos en la Encuesta de CMMI Nivel 1-2*

Una vez expuesto algunos puntos generales y a tomar en consideración, se llega a cumplir el objetivo principal de esta investigación, conocer la situación actual del departamento de TICs de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas a base de las buenas prácticas de CMMI; con todo lo expuesto anteriormente se manifiesta que dicho departamento se encuentra ubicado en un Nivel 1 de Madurez y Capacidad. Viéndose influenciado de manera negativa principalmente por la falta de utilización de un modelo en concreto (CMMI) y la falta de personal e infraestructura.

Dicho juicio también se vio influenciado de manera positiva por la implementación parcial de la planificación de proyecto, el levantamiento de requisitos y el desarrollo de estos, toma de soluciones rápidas y técnicas para la resolución de problemas que competen al proyecto, comunicación entre el equipo de trabajo, Documentación y la utilización de herramientas tecnológicas para el correcto funcionamiento de los procesos dentro del departamento.

# CAPITULO V: PROPUESTA

Conforme al cuarto objetivo de la investigación y a los resultados obtenidos anteriormente, la realización de una propuesta toma mayor sentido debido a que puede ser tomada como punto base para el desarrollo productivo del Departamento de TICs de la PUCESE. La propuesta se basa en el fortalecimiento de los puntos débiles encontrados en el Área de Procesos de Planificación de Proyectos (PP) y del nivel de madurez o capacidad en que se encuentra dicho departamento; a través de buenas prácticas brindadas por CMMI.

Las tareas propuestas se describen a continuación:

- **Reuniones de equipo/trabajo:** Para llegar a una correcta planificación es necesario realizar reuniones con el equipo de trabajo, donde se dialogue y planteen ideas para el desarrollo de las actividades. Las reuniones pueden realizarse de manera diaria o semanal con una duración de entre 30 a 45 min; deben documentarse para conocer la participación exacta del grupo de trabajo y se deben tratar temas como:
    - Riesgos y mitigaciones.
    - Tareas que se realizarán (cuáles serán de desarrollo y cuáles de soporte técnico).
    - Tareas en las que se necesitará adquirir nuevos conocimientos (horarios y tiempos de adquisición de conocimiento).
    - Dividir el trabajo en paquetes, para así estimar las tareas, los responsables y el calendario del proyecto.
    - Estimar si el proyecto necesita la integración de productos externos.
    - Identificar si existen proyectos desarrollados anteriormente que puedan servir de base para el desarrollo del nuevo.
    - Estimar el esfuerzo de las tareas.
    - Definir las fases del Ciclo de vida del Proyecto.
    - Recopilar datos de proyectos anteriores para determinar o estimar las horas de trabajo utilizadas anteriormente para tareas semejantes.
    - Determinar el costo monetario temporal de cada una de las tareas.

- **Desarrollar un Plan de Proyecto:** Una vez realizadas las diferentes reuniones donde se realizaron estimaciones y se documentaron las ideas dadas por el equipo de trabajo, es necesario desarrollar un plan para cada proyecto requerido. Este plan de trabajo debe abarcar temas como:

- Describir el proyecto.
- Crear objetivos o metas para alcanzar el proyecto.
- Identificar actividades principales.
- Identificar restricciones de proyecto (falta de recursos, larga duración, falta de personal, etc.)
- Determinar responsables de actividades.
- Establecer presupuestos y calendario del proyecto.
- Identificar riesgos, documentarlos y realizar una constante revisión de estos para mitigarlos.
- Establecer requisitos y procedimientos para asegurar la privacidad de los datos que se manejaran dentro del proyecto.
- Establecer mecanismos para almacenar y acceder a los datos.
- Determinar qué datos serán identificados, recogidos y distribuidos a los interesados.
- Determinar los procesos que utilizará el proyecto.
- Determinar los medios, el personal, tecnología e instalaciones que se utilizarán en el proyecto.
- Identificar los conocimientos y habilidades que serán necesarios para realizar el proyecto.

- **Compromiso y Socialización:** Es necesario comprender por completo el plan desarrollado; por ello este debe ser revisado varias veces y debe ser socializado a todos los interesados o implicados en dicho proyecto. Las tareas a realizar son:
  - Revisión constante del Plan para su comprensión.
  - Desarrollar y documentar los compromisos para implicados.
  - Reajustar y consolidar cronogramas, recursos y presupuesto del plan.
  - Revisar los compromisos con la alta gerencia si es apropiado.

**Utilización de la Metodología Ágil SCRUM para el desarrollo de softwares**

Debido a los bajos promedios obtenidos en la Encuesta CMMI que analizaba las Áreas de Procesos que conforman dicho departamento, se consideró la utilización de una metodología ágil de desarrollo como SCRUM que sirva como apoyo para la integración del modelo CMMI; la utilización de ambas buenas prácticas como un ‘Híbrido’ fue expuesta por Ahmed B., Abd

E. y Yehia M., (2016).

Por otra parte, el estudio realizado por Mera Junior (2015) considera que la metodología ágil SCRUM es la más adecuada para el desarrollo de softwares en el Departamento de TICs de la PUCESE; tomando en cuenta metodologías ágiles tales como:

- Extreme Programming (XP)
- Dynamic Systems Development Methods (DSDM)
- Agile Project Management (APM)
- SCRUM
- Test Driven Development (TDD)

De las cuales fueron seleccionadas SCRUM y XP, que se consideraban las más aptas para ser aplicadas en el Departamento de TICs; dicha valoración se puede observar en la Tabla 17 (Anexos) donde plasmó los resultados con un rango entre 1-5 para luego analizar las dos metodologías seleccionadas y así conocer cual se adapta a las necesidades de dicho departamento, los parámetros a valorar se ven reflejados en la Tabla 18 (Anexos) resultando elegida la metodología SCRUM.

SCRUM brinda diferentes beneficios, tales como:

- Definición de diversos documentos ágiles como Product Backlog, Sprint Backlog, Burn Down Chart, manuales de usuarios, sistemas y mantenimiento.
- Posee una gran capacidad de manejo de requisitos cambiantes, incorporando una gestión de cambios que posee responsables o roles explosivamente para ello.
- Ayuda a establecer una comunicación más fluida entre los implicados en el proyecto.
- Las entregas de proyectos se dan a tiempo, son más eficientes y cortas.
- Se aplica la ingeniería de requisitos durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- Se establecen roles para todos los implicados.
- Se realizan diversas pruebas al finalizar cada iteración.

# CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Luego de aplicar cada uno de los instrumentos, se llega a evidenciar la realidad que posee el departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas si a procesos y calidad del producto se refiere, llegando a concluir que:

- Se logró identificar aquellos procesos de calidad que comprende el Departamento de TICs de la PUCESE, que mediante la aplicación de instrumentos necesarios se valoró la calidad de estos, obteniendo como resultados la identificación del problema, causas y motivos que no permiten un mayor desarrollo productivo tecnológico; dando como solución a dichos inconvenientes una propuesta de medidas de calidad a base de CMMI.

- El departamento es consciente de la falta de buenas prácticas que el modelo CMMI ofrece; alegando que por motivos económicos, falta de personal y capacitación, infraestructura o apoyo organizacional estas no pueden ser implantadas de manera parcial o absoluta.

- El desarrollo de un proyecto dentro del departamento de TICs procura abarcar el ciclo de vida de un software, pero este no logra conseguir la calidad deseada ya que el grupo de trabajo realiza dichas fases de manera imparcial a las practicas CMMI.

- La disposición de aceptar cambios que mejoren el producto final son altas; esto se ve evidenciado en los resultados obtenidos en la encuesta CMMI en donde este posee un alto potencial de planificación de proyectos, gestión de requisitos y desarrollo de estos, para la mejora constante y la innovación tecnológica.

- El departamento tiene la necesidad de conocer todas aquellas prácticas y subprácticas que conforman el modelo CMMI para gestionar y controlar los principales procesos de desarrollo de un Proyecto y seguir manteniendo aquellas buenas prácticas que el departamento se encontraba aplicando con conocimientos previos.

# CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

## INTEGRACIÓN DEL MODELO DE MADUREZ Y CAPACIDADES (CMMI)

La integración del modelo CMMI beneficiaría al departamento de TICS de la PUCESE, agilizando el desarrollo de productos o servicios en menor tiempo y con menor costo. Además, este modelo ayudará a mejora la fiabilidad de la planificación y de todos los procesos que se dan interna o externamente.

Por ello se recomienda la utilización de esta base de buenas prácticas en su representación Continua, que le brinda al departamento la ventaja de ir aplicando el modelo paso a paso en diferentes áreas de proceso que contenga el este, teniendo en cuenta que es necesario el uso de recursos físicos, económicos y de personal de trabajo.

## PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

Es recomendable que el desarrollo de los proyecto dentro del departamento de TICs procuren abarcar el ciclo de vida de un software para lograr conseguir la calidad deseada, aplicando de manera precisa y a conciencia cada una de las prácticas del modelo CMMI; esto implica un compromiso por parte de todos los partícipes del proyecto.

## SEGUIMIENTO DE PROCESOS Y CALIDAD

Es necesario el seguimiento de los procesos que se desarrollan dentro del departamento de TICs, por ello es recomendable la utilización de documentos físicos y digitales como: diagramas, mapas o fichas de procesos, para así obtener resultados que ayuden a la toma de decisiones para la mejora de procesos, productos o servicios posteriores. (ISO, 2015)

## CONCIENTIZACIÓN Y APOYO

Para la mejora del departamento de TICs en la PUCESE es necesario que la alta gerencia conozca métodos, técnicas, prácticas y modelos que ayuden de forma general a mejorar las áreas de procesos organizacionales que comprende CMMI. Se recomienda la capacitación y apoyo de toda la familia PUCESE, para que los departamentos estén ligados y trabajen en conjunto por la mejora de la institución; esto comprende una gran inversión que a largo plazo podría convertirse en productividad.

**REFERENCIAS**

Baños, G., Melendez, K., & Dávila, A. (2016). Prácticas adoptadas de la ISO/IEC 20000 en pequeñas organizaciones desarrolladoras de software que ofrecen mesa de servicios: Un estudio de caso. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (20), 1-17. https://doi.org/10.17013/risti.20.1-17

Buchsein, R., & Müller, T. (2016, mayo 12). ISO/IEC 20000. iETSolutions GmbH. Recuperado a partir de https://www.iet-solutions.com/files/1114/6306/3096/eng_ISO20000_2016.pdf

Chaudhary, M., & Chopra, A. (2017). CMMI Design. En *CMMI for Development* (pp. 9-69). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2529-5_2

García, M. L. H. (2006). Cmmi: Aseguramiento De La Calidad. Recuperado 11 de mayo de 2017, a partir de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433561002

Iqbal, J., Ahmad, R. B., Nasir, M. H. N. M., Niazi, M., Shamshirband, S., & Noor, M. A. (2016). Software SMEs' unofficial readiness for CMMI®-based software process improvement. *Software Quality Journal*, *24*(4), 997-1023. https://doi.org/10.1007/s11219-015-9277-3

Labrada, L. S., & López, D. S. (2016). Interactions between process areas technical solution and verification CMMI-DEV v1.3 level 3 in the production environment of the university of informatics science. En *2016 International Conference on Software Process Improvement (CIMPS)* (pp. 1-6). https://doi.org/10.1109/CIMPS.2016.7802808

López, D. N. L. (2017). Modelo de gestión de los servicios de tecnología de información basado en COBIT, ITIL e ISO/IEC 27000. *Revista Tecnológica - ESPOL*, *30*(1). Recuperado a partir de http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/581

Mahy, Y., Ouzzif, M., & Bouragba, K. (2016). Supporting ITIL processes implementation using business process management systems. En *2016 Third International Conference on Systems of Collaboration (SysCo)* (pp. 1-4). https://doi.org/10.1109/SYSCO.2016.7831338

Mangalaraj, G., Singh, A., & Taneja, A. (2014). IT Governance Frameworks and COBIT - A Literature Review, *1*, 1-9.

Mourad, M. B. A., & Hussain, M. (2014). The Impact of Cloud Computing on ITIL Service Strategy Processes. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, *3*(5), 367-371. https://doi.org/10.7763/IJCCE.2014.V3.351

Ortiz, G. A., Trujillo, M. E. M., Oktaba, H., & Hernandez, E. R. (2016). Integrating Agile Methods into a Level 5 CMMI-DEV Organization: a Case Study. *IEEE Latin America Transactions, 14*(3), 1440-1446. https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7459632

Ramos, F., Torres, O., Sánchez, N., & Alba, M. (2010). Implantación de CMMi nivel de madurez 2 en una PYME. Recuperado 12 de mayo de 2017, a partir de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92218768003

Simões, C., & Montoni, M. (2014). Applying statistical process control in small sized evolutionary projects: results and lessons learned in the implementation of CMMI-DEV maturity level 5 in Synapsis Brazil. *Journal of Software Engineering Research and Development, 2*(1), 2. https://doi.org/10.1186/2195-1721-2-2

Soares, F. S. F., & Meira, S. R. de L. (2015). An agile strategy for implementing CMMI project management practices in software organizations. En *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-4). https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170402

TaskJuggler - A Free and Open Source Project Management Software - About TaskJuggler. (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2018, a partir de http://taskjuggler.org/index.html

Vargas, W. Y., Leal, C. P., & Samuel, M. T. (2013). Mejoras al proceso de planificación de proyectos de software usando el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI). Recuperado 12 de mayo de 2017, a partir de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88030768003

Haustein, M. C., Palliotto, D., & Korzenieswki, M. I. (2013, June). Herramientas software para una óptima gestión del proceso de desarrollo de software, a utilizarse en las empresas de software de la provincia de Catamarca. In XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

## ANEXOS: TABLAS

***Tabla 1:*** *Procesos que Comprende ITIL V3* (Mahy, Ouzzif, & Bouragba, 2016)

| FASE | PROCESOS |
|---|---|
| **Estrategia del Servicio** | • Gestión de Estrategia de TI<br>• Gestión de la Cartera de Servicios<br>• Gestión Financiera de Servicios de TI<br>• Gestión de la Demanda<br>• Gestión de la Relación Comercial |
| **Diseño del Servicio** | • Coordinación del Diseño<br>• Gestión del Catálogo de Servicios<br>• Gestión de Niveles del Servicio<br>• Gestión de Disponibilidad<br>• Gestión de Capacidad<br>• Gestión de Comunicación del Servicio de TI<br>• Gestión de Seguridad<br>• Gestión de Suministros |
| **Transición del Servicio** | • Planificación y Apoyo a la Transición<br>• Gestión de Cambios<br>• Gestión de Activos y Configuración<br>• Gestión de Liberación y Despliegue<br>• Validación y Pruebas<br>• Evaluación del Cambio<br>• Gestión de Conocimiento |
| **Operación del Servicio** | • Gestión de Eventos<br>• Gestión de Acceso<br>• Cumplimiento de Solicitudes<br>• Gestión de Problemas<br>• Gestión de Incidencias |
| **Mejora Continua del Servicio** | Los Siete Pasos para la mejora de Procesos |

***Tabla 2:*** *Niveles de Capacidades en comparación a los Niveles de Madurez (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| NIVELES | NIVELES DE CAPACIDADES | NIVELES DE MADUREZ |
|---|---|---|
| **Nivel 0** | Incompleto | |
| **Nivel 1** | Realizado | Inicial |
| **Nivel 2** | Gestionado | Gestionado |
| **Nivel 3** | Definido | Definido |
| **Nivel 4** | | Cuantitativamente Gestionado |
| **Nivel 5** | | Optimización |

***Tabla 3:*** *Áreas de Procesos dentro de CMMI (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| ÁREA DE PROCESO | ABREVIACIÓN | CATEGORÍA | NIVEL DE MADUREZ |
|---|---|---|---|
| Planificación de Proyectos | PP | Gestión de Proyectos | 2 |
| Gestión Integrada de Proyectos | IPM | Gestión de Proyectos | 3 |
| Monitoreo y Control de Proyectos | PMC | Gestión de Proyectos | 2 |
| Gestión de Requisitos | REQM | Gestión de Proyectos | 2 |
| Gestión de Riesgos | RSKM | Gestión de Proyectos | 3 |
| Gestión de Acuerdos con los Proveedores | SAM | Gestión de Proyectos | 2 |
| Gestión de Proyectos Cuantitativa | QPM | Gestión de Proyectos | 4 |
| Requisitos de Desarrollo | RD | Ingeniería | 3 |
| Solución Técnica | TS | Ingeniería | 3 |
| Integración del Producto | PI | Ingeniería | 3 |
| Validación | VAL | Ingeniería | 3 |
| Verificación | VER | Ingeniería | 3 |
| Gestión de Desempeño Organizacional | OPM | Gestión de Procesos | 5 |
| Definición del Proceso Organizacional | OPD | Gestión de Procesos | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Enfoque del Proceso Organizacional | OPF | Gestión de Procesos | 3 |
| Rendimiento del Proceso Organizacional | OPP | Gestión de Procesos | 4 |
| Entrenamiento Organizacional | OT | Gestión de Procesos | 3 |
| Análisis Causal y Resolución | CAR | Soporte | 5 |
| Gestión de Configuración | CM | Soporte | 2 |
| Análisis de Decisión y Resolución | DAR | Soporte | 3 |
| Medición y análisis | MA | Soporte | 2 |
| Aseguramiento de Calidad en Procesos y Productos | PPQA | Soporte | 2 |

***Tabla 4:*** *Objetivos y Prácticas Genéricas (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO GENÉRICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA GENÉRICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **GG 1** | Lograr Objetivos Específicos | **GP 1.1** | Realizar Prácticas Específicas |
| **GG 2** | Institucionalizar un Proceso Gestionado | **GP 2.1** | Establecer una Política Organizacional |
| | | **GP 2.2** | Plan de Procesos |
| | | **GP 2.3** | Proporcionar Recursos |
| | | **GP 2.4** | Asigna Responsabilidades |
| | | **GP 2.5** | Capacitar al Personal |
| | | **GP 2.6** | Gestión de Configuraciones |
| | | **GP 2.7** | Identificación y Participación de los Interesados |
| | | **GP 2.8** | Supervisar y Controlar el Proceso |
| | | **GP 2.9** | Objetivamente Evaluar la Adherencia |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **GP 2.10** | Estado de Revisión con la Gestión de Nivel Superior |
| **GG 3** | Institucionalizar un Proceso Definido | **GP 3.1** | Establecer un Proceso Definido |
| | | **GP 3.2** | Recopilar Información de Mejora |
| **GG 4** | Institucionalizar un Proceso Administrativo Cuantitativamente | **GP 4.1** | Establecer Objetivos Cuantitativos para el Proceso |
| | | **GP 4.2** | Estabilizar el Rendimiento de Procesos |
| **GG 5** | Institucionalizar un Proceso de Fase de Optimización | **GP 5.1** | Garantizar Procesos de Mejora Continua |
| | | **GP 5.2** | Corregir Causas de los Problemas |

***Tabla 5:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Planificación de Proyectos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Establecer Estimaciones | **SP 1.1** | Realizar el Alcance del Proyectos |
| | | **SP 1.2** | Estimar el Esfuerzo y los Costos |
| | | **SP 1.3** | Definir las Fases del Ciclo de Vida del Proyectos |
| | | **SP 1.4** | Estimar Actividades para la Elaboración del Producto |
| **SG 2** | Preparación de un Plan de Proyecto | **SP 2.1** | Preparar un Calendario |
| | | **SP 2.2** | Identificar los riesgos |
| | | **SP 2.3** | Manejo de Datos |
| | | **SP 2.4** | Planificación de Recursos a Utilizar |
| | | **SP 2.5** | Plan de Conocimientos y Habilidades |
| | | **SP 2.6** | Plan para la participación de Interesados |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **SG 3** | Obtener el Compromiso del Plan del Proyecto | **SP 3.1** | Establecer el compromiso por parte de los interesados |
| | | **SP 3.2** | Revisión de Planes que afectan al Proyecto |
| | | **SP 3.3** | Revisión y Corrección de Vacíos en las estimaciones de recursos |

***Tabla 6:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión Integrada de Proyectos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Utilizar el Proceso Definido del Proyecto | **SP 1.1** | Crear el Proceso Definido del Proyecto |
| | | **SP 1.2** | Utilizar Procesos Activos de la Organización para la Planificación de Actividades del Proyecto |
| | | **SP 1.3** | Establecer un Ambiente de Trabajo Seguro para el Proyecto |
| | | **SP 1.4** | Integrar Planes |
| | | **SP 1.5** | Gestionar el Proyecto Mediante los Planes Integrados |
| | | **SP 1.6** | Contribuir a los Procesos Activos de la Organización |
| **SG 2** | Colaborar y Coordinar con las Partes Interesadas Directas | **SP 2.1** | Gestionar la Participación de los Interesados |
| | | **SP 2.2** | Gestionar las Dependencias |
| | | **SP 2.3** | Solucionar Problemas de Coordinación |

***Tabla 7:*** *Objetivos y Prácticas Específicas del Monitoreo y Control e Proyectos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Seguimiento del Proyecto Contra el Plan | **SP 1.1** | Realizar seguimiento a los Parámetros de Planificación |
| | | **SP 1.2** | Vigilar el Cumplimiento de los Compromisos |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **SP 1.3** | Supervisar los Riesgos del Proyecto |
| | | **SP 1.4** | Gestionar los Datos del Monitor |
| | | **SP 1.5** | Supervisar la Participación de los Interesados |
| | | **SP 1.6** | Realizar evaluaciones del Progreso |
| | | **SP 1.7** | Realizar evaluaciones de Hito |
| **SG 2** | Gestión de Acciones Correctivas | **SP 2.1** | Analizar Problemas |
| | | **SP 2.2** | Adoptar Medidas Correctivas |
| | | **SP 2.3** | Gestionar Acciones Correctivas |

***Tabla 8:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Requisitos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Gestionar Requisitos | **SP 1.1** | Comprender las necesidades del proyecto |
| | | **SP 1.2** | Obtener el compromiso de los requisitos |
| | | **SP 1.3** | Gestionar Cambios en Requisitos |
| | | **SP 1.4** | Mantener Trazabilidad Bidireccional entre los requisitos |
| | | **SP 1.5** | Determinar las incoherencias entre los requisitos y el trabajo del proyecto |

***Tabla 9:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Riesgos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Prepararse para la Gestión de riesgos | **SP 1.1** | Determinar Fuentes de Riesgos |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **SP 1.2** | Definir Parámetros de Riesgos |
| | | **SP 1.3** | Establecer Estrategias de Gestión de Riesgos |
| **SG 2** | Analizar e Identificar los Riesgos | **SP 2.1** | Identificar los Riesgos |
| | | **SP 2.2** | Evaluar, clasificar y Priorizar los Riesgos |
| | | **SP 2.3** | Mitigar los Riesgos |
| **SG 3** | Desarrollar un Plan de Reducción de Riesgos | **SP 3.1** | Crear un Plan de Reducción de Riesgos |
| | | **SP 3.2** | Implementar un Plan de Reducción de Riesgos |

***Tabla 10:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión de Acuerdos con los Proveedores (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Establecer Acuerdos con los Proveedores | **SP 1.1** | Determinar el Tipo de Adquisición |
| | | **SP 1.2** | Seleccionar los Proveedores que Participarán en el Acuerdo |
| | | **SP 1.3** | Establecer los Acuerdos con los Proveedores Seleccionados |
| **SG 2** | Cumplir con los Acuerdos de los Proveedores | **SP 2.1** | Ejecutar los Acuerdos de los Proveedores |
| | | **SP 2.2** | Monitorizar los Procesos de los Proveedores Seleccionados |
| | | **SP 2.3** | Evaluar los Productos de los Proveedores Seleccionados |
| | | **SP 2.4** | Aceptar los Productos de los Proveedor |
| | | **SP 2.5** | Transición de Productos |

***Tabla 11:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Gestión Cuantitativa del Proyecto (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Gestionar Cuantitativamente el Proyecto | **SP 1.1** | Establecer Objetivos del Proyecto |
| | | **SP 1.2** | Redactar los Procesos Definidos |
| | | **SP 1.3** | Seleccionar los Sub-Procesos que serán Estadísticamente Gestionados |
| | | **SP 1.4** | Gestionar los Resultados del Proyecto |
| **SG 2** | Gestionar el Rendimiento de los Procesos Estadísticamente | **SP 2.1** | Seleccionar las Medidas y Técnicas Analíticas |
| | | **SP 2.2** | Aplicar Métodos Estadísticos para determinar Diferencias |
| | | **SP 2.3** | Supervisar el Rendimiento de los Sub-Procesos Seleccionados |
| | | **SP 2.4** | Registrar Datos Estadísticos |

***Tabla 12:*** *Objetivos y Prácticas Específicas del Desarrollo de Requisitos (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Desarrollar Requerimientos de Clientes | **SP 1.1** | Obtener Necesidades del Cliente |
| | | **SP 1.2** | Establecer los Requisitos del Cliente |
| **SG 2** | Desarrollar Requerimientos del Producto | **SP 2.1** | Establecer Requisitos del Producto y sus Componentes |
| | | **SP 2.2** | Asignar Requisitos al Producto y sus Componentes |
| | | **SP 2.3** | Analizar y Validad Requisitos |
| **SG 3** | Desarrollar Requerimientos de los | **SP 3.1** | Establecer los Conceptos Operacionales y los Escenarios |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Componentes del Producto | **SP 3.2** | Definir la Funcionalidad Requerida |
| | | **SP 3.3** | Analizar los Requisitos |
| | | **SP 3.4** | Alcanzar el Equilibrio a base del Análisis de los Requisitos |
| | | **SP 3.5** | Validar los Requisitos |

***Tabla 13:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de Soluciones Técnicas (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Determinar las Soluciones para los Productos y sus Componentes | **SP 1.1** | Desarrollar Soluciones Alternativas |
| | | **SP 1.2** | Determinar Nuevas Soluciones |
| **SG 2** | Diseñar las Soluciones | **SP 2.1** | Diseñar Soluciones para el Producto y sus Componentes |
| | | **SP 2.2** | Establecer los Datos a utilizar |
| | | **SP 2.3** | Diseño de Interfaces utilizando Diferentes Criterios |
| | | **SP 2.4** | Hacer, Comprar o Análisis de Reutilización |
| **SG 3** | Aplicar las Soluciones a Producto | **SP 3.1** | Implementar el diseño |
| | | **SP 3.2** | Crear Documentación de Soporte para el Producto |

***Tabla 14:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Integración del Producto (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Preparar la Integración del Producto | **SP 1.1** | Determinar si Existe una Secuencia de Integración |
| | | **SP 1.2** | Establecer la Integración del Producto y el Medio Ambiente |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **SP 1.3** | Establecer Criterios y Procedimientos de Integración |
| **SG 2** | Asegurarse de la Compatibilidad del Producto y sus Componentes | **SP 2.1** | Revisar las Descripciones de las Interfaces de Integración |
| | | **SP 2.2** | Gestionar Interfaces |
| **SG 3** | Terminar con la Integración del Producto y Entregarlo | **SP 3.1** | Confirmar la disponibilidad de los Componentes del Producto para su Integración |
| | | **SP 3.2** | Integra los Componentes del Producto |
| | | **SP 3.3** | Evaluar los Componentes del Producto Final |
| | | **SP 3.4** | Empaquetado y Entrega del Producto Final |

***Tabla 15:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Validación (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Prepararse para la Validación | **SP 1.1** | Seleccionar el Producto para la Validación |
| | | **SP 1.2** | Establecer un Entono de Validación |
| | | **SP 1.3** | Establecer Procedimientos y Criterios de Validación |
| **SG 2** | Validad el Producto o su Componente | **SP 2.1** | Realizar la Validación |
| | | **SP 2.2** | Analizar los Resultados de la Validación |

***Tabla 16:*** *Objetivos y Prácticas Específicas de la Verificación (Chaudhary & Chopra, 2017)*

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO | PRACTICA ESPECÍFICA | DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA |
|---|---|---|---|
| **SG 1** | Prepararse para la Verificación | **SP 1.1** | Seleccionar los Productos a Verificar |
| | | **SP 1.2** | Establecer la Verificación y el Medio Ambiente |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **SP 1.3** | Establecer Procedimientos y Criterios de Verificación |
| **SG 2** | Realizar las Evaluaciones de Verificación | **SP 2.1** | Preparar las Evaluaciones de Verificación en Pares |
| | | **SP 2.2** | Realizar Verificaciones en Pares |
| | | **SP 2.3** | Analiza los Datos |
| **SG 3** | Verificar los Productos Seleccionados | **SP 3.1** | Realizar la Verificaciones |
| | | **SP 3.2** | Analizar los Resultados de la Verificación |

***Tabla 17:*** *Valoración de las diferentes metodologías ágiles disponibles (Oscar Tinoco Gómez, 2010)*

| METODOLOGÍA | Presencia en Internet | Mejor Documentación | Presencia Empresarial | Utilización en Proyectos de Software | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| **APM** | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| **DSDM** | 1 | 3 | 4 | 4 | 12 |
| **SCRUM** | 5 | 2 | 5 | 5 | **17** |
| **TDD** | 3 | 4 | 2 | 2 | 11 |
| **XP** | 4 | 5 | 3 | 3 | **15** |

***Tabla 18:*** *Evaluación de las metodologías SCRUM y XP en base a las necesidades del departamento de TICs de la PUCESE (Mera Junior 2015)*

| NECESIDAD / METODOLOGÍA | SCRUM | XP |
|---|---|---|
| 1. Comunicación con el cliente y entre los miembros del equipo de desarrollo. | 5 | 5 |
| 2. Adaptabilidad a Cambios | 5 | 4 |
| 3. Documentación Ágil | 5 | 3 |
| 4. Ciclos de Entrega Rápido | 4 | 5 |
| 5. Facilidad para llevar el Control sobre el Proyecto | 5 | 5 |
| 6. Ingeniería de Requerimientos | 5 | 5 |
| 7. Pruebas de Software | 5 | 5 |
| **TOTAL** | **34** | 32 |

## ANEXOS: INSTRUMENTOS

***Anexo 1:*** *Entrevista Semi- Estructurada*

### ANEXO 1: ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA

**Nombre del Entrevistado:** _____

**Organización / Responsabilidad:** _____

**Fecha / Lugar:** _____

## INTRODUCCIÓN

El siguiente documento cuenta con una lista de preguntas (Entrevista Semi-Estructurada), con el fin de obtener información acerca de los procesos, actividades, proyectos y de la utilización de buenas prácticas con CMMI dentro del Departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

**1.** ¿Tiene conocimientos sobre la Integración de Modelos de Madurez de Capacidades (CMMI)?

**2.** ¿Existe alguna metodología que se utilice para el desarrollo de las actividades y los procesos dentro del departamento?

**3.** ¿Cuáles, Cuantos y quienes son los responsables de los procesos actuales que posee el departamento?

**4.** Dentro de la siguiente lista de Áreas de Procesos seleccione, cuales considere, se desarrollen en el departamento de TICs.

| NOMBRE DEL PROCESO | X |
|---|---|
| Planificación de Proyectos | |
| Gestión Integrada de Proyectos | |
| Monitoreo y Control de Proyectos | |
| Gestión de Requisitos | |
| Gestión de Riesgos | |
| Gestión de Acuerdos con los Proveedores | |
| Gestión de Proyectos Cuantitativa | |

| | |
|---|---|
| Requisitos de Desarrollo | |
| Solución Técnica | |
| Integración del Producto | |
| Validación | |
| Verificación | |
| Gestión de Desempeño Organizacional | |
| Definición del Proceso Organizacional | |
| Enfoque del Proceso Organizacional | |
| Rendimiento del Proceso Organizacional | |
| Entrenamiento Organizacional | |
| Análisis Causal y Resolución | |
| Gestión de Configuración | |
| Análisis de Decisión y Resolución | |
| Medición y análisis | |
| Aseguramiento de Calidad en Procesos y Productos | |

**5.** ¿Considera que el departamento tiene la capacidad para incorporar nuevas tecnologías y adaptarse a ellas?

**6.** ¿Qué cambios o mejoras sugiere para el departamento?

**Anexo 2:** Encuesta CMMI

## ANEXO 2: ENCUESTA CMMI

### INTRODUCCIÓN

El siguiente documento cuenta con una lista de preguntas con el fin de obtener información acerca de los procesos, actividades, proyectos y de la utilización de buenas prácticas con CMMI dentro del Departamento de TICs de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y así conocer la situación actual (nivel de madurez y capacidad) de este.

Las preguntas deben ser leídas con claridad hasta lograr su entendimiento, de ello dependerá el nivel de confiabilidad de las respuestas. Para responder a cada pregunta se deberá de marcar con una X un sólo casillero, que contienen la siguiente escala:

| Nº | SIGNIFICADO |
|---|---|
| **1** | Rara vez o nunca |
| **2** | Sí, alguna vez |
| **3** | Sí, moderadamente |
| **4** | Sí, usualmente |

De antemano, quedo muy agradecido por el tiempo dedicado a contestar este cuestionario.

| PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS (PP) | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| **1.** ¿Se estima el alcance del proyecto? | | | | |
| **2.** ¿Se estiman las actividades a realizar, para la elaboración del proyecto? | | | | |
| **3.** ¿Se define el ciclo de vida del proyecto? | | | | |
| **4.** ¿Se estima el costo y el esfuerzo de realización? | | | | |
| **5.** ¿Se establece el presupuesto y el calendario del proyecto? | | | | |
| **6.** ¿Se identifican los posibles riesgos? | | | | |
| **7.** ¿Se define un plan para administrar la información? | | | | |
| **8.** ¿Se define un plan para administrar los recursos? | | | | |
| **9.** ¿Se define un plan para administrar los conocimientos y habilidades? | | | | |
| **10.** ¿Se define un plan para administrar la participación de los interesados? | | | | |
| **11.** ¿Se revisan planes que puedan afectar al proyecto? | | | | |
| **12.** ¿Se revisa y corrige la estimación de recursos, para evitar vacíos o fallos antes de empezar el proyecto? | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **13.** ¿Se establece un plan general del proyecto, juntos con el compromiso de los interesados? | | | | |
| **GESTIÓN DE REQUISITOS (REQM)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **14.** ¿Se consigue comprender los requisitos? | | | | |
| **15.** ¿Se obtiene un compromiso basado en los requisitos? | | | | |
| **16.** ¿Se gestionan los cambios en los requisitos? | | | | |
| **17.** ¿Se mantiene la trazabilidad bidireccional entre los requisitos?<br>*Es decir, aplicar el mecanismo de trazabilidad bidireccional para hacer relativamente más sencillo la evaluación del impacto que los cambios podrían tener en otras partes del proceso de desarrollo del proyecto.* | | | | |
| **18.** ¿Se identifican la inconsistencia entre el trabajo del proyecto y los requisitos? | | | | |
| **REQUISITOS DE DESARROLLO (RD)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **19.** ¿Se realizan reuniones para conocer la necesidad del cliente? | | | | |
| **20.** ¿Se establecen los requisitos del cliente? | | | | |
| **21.** ¿Se plantean los requisitos del producto y sus componentes? | | | | |
| **22.** ¿Se analizan y validan los requisitos del producto? | | | | |
| **23.** ¿Se asignan recursos para los requisitos del producto? | | | | |
| **24.** ¿Se establecen los conceptos operacionales y escenarios? | | | | |
| **25.** ¿Se define las funciones requeridas para el desarrollo del producto? | | | | |
| **26.** ¿Se analizan los requisitos de los componentes del producto? | | | | |
| **27.** ¿Se validan los requisitos de los componentes del producto? | | | | |
| **28.** ¿Se alcanza el equilibrio entre todos los requisitos planteados? | | | | |
| **SOLUCIÓN TÉCNICA (TS)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **29.** ¿Se desarrollan soluciones alternativas para el producto y sus componentes? | | | | |
| **30.** ¿Se desarrollan nuevas soluciones para el producto y sus componentes? | | | | |
| **31.** ¿Se diseñan soluciones para el producto y sus componentes? | | | | |
| **32.** ¿Se establecen recursos y datos para las soluciones técnicas? | | | | |
| **33.** ¿Se diseñan diferentes interfaces con diferentes criterios? | | | | |
| **34.** ¿Se reutilizan las soluciones técnicas? | | | | |
| **35.** ¿Se implementan los nuevos diseños de soluciones técnicas a los productos? | | | | |
| **36.** ¿Se crea documentación del soporte que se le da al producto? | | | | |
| **INTEGRACIÓN DEL PRODUCTO (PI)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **37.** ¿Se determina si existe una secuencia de integración?<br>*Es decir, diferentes productos que puedan emparejarse.* | | | | |
| **38.** ¿Se establece la integración del producto y los diferentes ambientes (de prueba o producción)? | | | | |
| **39.** ¿Se establecen criterios y procedimientos para la integración del producto? | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **40.** ¿Se revisa la información de las interfaces de integración entre el producto y sus componentes? | | | | |
| **41.** ¿Se gestionan las interfaces de integración? | | | | |
| **42.** ¿Se confirma la disponibilidad de los componentes del producto para su integración exitosa? | | | | |
| **43.** ¿Se integran con éxito los componentes del producto? | | | | |
| **44.** ¿Se evalúan los componentes del producto final? | | | | |
| **45.** ¿Se empaqueta y entrega el producto final? | | | | |
| **VALIDACIÓN (VAL)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **46.** ¿Se selecciona el producto a validar? | | | | |
| **47.** ¿Se establece un ambiente de validación? | | | | |
| **48.** ¿Se establecen procedimientos y criterios de validación? | | | | |
| **49.** ¿Se realiza la validación? | | | | |
| **50.** ¿Se analizan los resultados de la validación? | | | | |
| **VERIFICACIÓN (VER)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **51.** ¿Se selecciona el producto a verificar? | | | | |
| **52.** ¿Se establece un ambiente de verificación? | | | | |
| **53.** ¿Se establecen procedimientos y criterios de verificación? | | | | |
| **54.** ¿Se realiza la verificación? | | | | |
| **55.** ¿Se analizan los resultados de la verificación? | | | | |
| **GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN (CM)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **56.** ¿Se identifican los elementos para la configuración? | | | | |
| **57.** ¿Existe un sistema para la gestión de configuración? | | | | |
| **58.** ¿Se crean y ponen en marcha las líneas bases?<br>*Es decir, la ruta que se va a seguir para realizar el proyecto y alcanzar sus objetivos.* | | | | |
| **59.** ¿Se siguen las peticiones de cambio para los elementos de configuración? | | | | |
| **60.** ¿Se controlan los cambios a los elementos de configuración? | | | | |
| **61.** ¿Se establecen y mantienen registros que describen los elementos de configuración? | | | | |
| **62.** ¿Se realizan auditorias de configuración para mantener la integridad de las líneas bases de la configuración? | | | | |
| **MEDICIÓN Y ANÁLISIS** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **63.** ¿Se establecen los objetivos de medición? | | | | |
| **64.** ¿Se especifican las métricas? | | | | |
| **65.** ¿Se especifican los procedimientos de obtención de información? | | | | |
| **66.** ¿Se especifican los procedimientos de análisis? | | | | |
| **67.** ¿Se obtienen datos de la medición? | | | | |
| **68.** ¿Se analizan los resultados de la medición? | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **69.** ¿Se guardan los datos y los resultados de la medición? | | | | |
| **70.** ¿Se comunican a los interesados, los resultados de la medición? | | | | |
| **ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN PROCESOS Y PRODUCTOS (PPQA)** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **71.** ¿Se evalúan objetivamente los procesos? | | | | |
| **72.** ¿Se evalúan objetivamente los productos de trabajo y los servicios? | | | | |
| **73.** ¿Se comunica y se garantiza la resolución de las no conformidades? | | | | |
| **74.** ¿Hay riesgos establecidos? | | | | |

***Anexo 3:*** *Ficha de Observación*

## ANEXO 3: FICHA DE OBSERVACIÓN

| **FICHA DE OBSERVACIÓN** | |
|---|---|
| **FICHA N° 2** | **Fecha y Duración:** |
| **Observador** | |
| **Lugar** | |
| **Palabras Claves** | |
| **Lo Observado** | |
| | |