

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

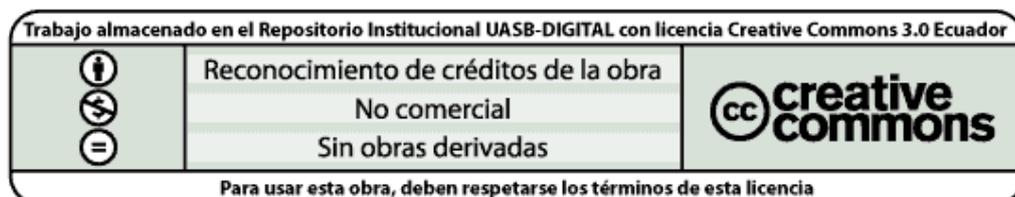
Programa de Maestría en Dirección de Empresas

Mejoramiento de procesos, basado en el análisis de buenas prácticas. Caso: Área de Desarrollo de la Dirección de Informática de la PUCE

Autor: Washington Oswaldo Luna Bastidas

Tutor: Carlos Miguel Bucheli Rosales

Quito, 2017



Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis

Yo, Washington Oswaldo Luna Bastidas, autor de la tesis intitulada “Mejoramiento de procesos, basado en el análisis de buenas prácticas. Caso: Área de Desarrollo de la Dirección de Informática de la PUCE”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magister en dirección de empresas en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha. Marzo 2017

Firma:

Resumen

El mejoramiento de procesos basado en el análisis de buenas prácticas en el área de desarrollo de software de la Dirección de Informática de la PUCE es una necesidad imperiosa para mejorar los tiempos de desarrollo, optimizar los recursos y garantizar la calidad del producto, para esto se ha desarrollado el presente trabajo. Con este objetivo fue necesario realizar un estudio profundo de bases teóricas referentes a modelos y marcos de referencia alineados a la calidad y el ciclo de vida de los sistemas de información. Este análisis permite estructurar los procesos de Desarrollo de Software teniendo como referencia las recomendaciones de las mejores prácticas de la industria, y elaborar una propuesta para el Área de Desarrollo de Software de la PUCE, estableciendo el potencial impacto de su aplicación. La metodología aplicada es mixta, combina estudios cualitativos y cuantitativos para levantar datos bibliográficos y de campo, transformándolos en información útil para poder sustentar una propuesta viable y factible de ser aplicada. Su desarrollo se estructuró en función del modelo AENOR, el cual fue seleccionado previo a un análisis comparativo en función de sus características enfocadas en una realidad Iberoamericana orientada a las pymes. Sobre éste, la propuesta realiza una especialización, presentando un modelo integrado que define parámetros de evaluación apoyados en técnicas matemáticas y sistemas de interpretación que ayuden a los responsables a identificar las necesidades existentes en los procesos internos, dando lugar a productos que permitan superar las expectativas de las partes interesadas. De esta manera se brinda un importante aporte al aseguramiento de la calidad considerando que el proceso de mejora tiene un inicio, pero no un fin, en la medida que el mejoramiento siempre dispondrá de espacios para evolucionar. Conforme lo expuesto, la investigación comprobó la utilidad de implementar procesos de mejoramiento en el área de desarrollo de software enfocados en las buenas prácticas, permitiendo con este trabajo concluir que su utilización permite garantizar la elaboración de productos de calidad que resuelvan satisfactoriamente las necesidades de los clientes internos.

Mejoramiento; procesos; calidad; diseño; modelo; indicadores,

Agradecimiento

A mi tutor Ing. Carlos Bucheli, por su valiosa guía y predisposición a siempre colaborar con la dirección de este trabajo.

A toda y cada una de las personas que me dieron su aliento y demostraron su preocupación, para que concluya este objetivo personal.

Y muy en especial a mis hijos Paula Belén y Juan Ignacio por su comprensión y cariño.

Índice de contenidos

Contenido	Pág.
Capítulo Uno. Marco Teórico	12
1.1. Gestión de procesos	12
1.2. Las buenas prácticas	16
1.3. Mejoramiento de procesos	17
1.4. Medición de procesos	23
1.5. Aseguramiento de la calidad	27
Capítulo Dos. Marco Referencial	34
2.1. Gobierno TI	34
2.2. Modelos para el desarrollo de software.....	37
2.2.1. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 12207:2008 Procesos del ciclo de vida del software.....	37
2.2.2. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 15504:2012 Determinación de la capacidad de mejora del proceso de software (SPICE)	39
2.2.3. La serie de normas CMMI-DEV:2010	41
2.2.4. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 29110:2011 Ingeniería de Software - Perfiles de ciclo de vida para pequeñas organizaciones (VSEs)	42
2.2.5. La serie de normas COMPETISOFT:2008	43
2.2.6. Modelo de madurez de la industria del software de AENOR (MMIS).	44
2.3. Análisis comparativo.....	46
2.4. Definición del modelo propuesto.....	51
Capítulo tres. Diagnóstico de la Situación Actual. Caso de estudio	54
3.1. Estructura organizacional de la PUCE	54
3.2. Estructura organizacional de la Dirección de Informática	56
3.3. Mapa de procesos de la Gestión de la Tecnología de la Información	57
3.4. Procesos de la gestión de tecnológica de información	58
3.5. Subprocesos de desarrollo de software	61
3.6. Análisis del proceso de desarrollo de software	65
3.6.1 Análisis de tiempos de desarrollo.....	66
3.6.2 Análisis de causas	67
3.6.3 Indicadores de evaluación	69
Capítulo cuatro. Aplicación de la propuesta	72
4.1 Propuesta del modelo para el caso de estudio.....	72

4.1.1 Estructura del modelo propuesto	72
4.1.2 Descripción del modelo propuesto	73
4.1.3 Procesos de ejecución e implementación	89
4.2 Análisis del potencial impacto	92
4.2.1 Impacto económico.....	92
4.2.2 Impacto laboral	93
4.2.3 Impacto educativo	93
Conclusiones y Recomendaciones	95
Conclusiones	95
Recomendaciones	97
Bibliografía	98

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas Medición de los procesos	24
Tabla 2. Simbología de procesos ANSI	32
Tabla 3. Análisis comparativo	48
Tabla 4. Proceso de ponderación	51
Tabla 5. Resultados de la ponderación	52
Tabla 6. Proyectos cumplidos por año	65
Tabla 7. Resultados de la desviación estándar	66
Tabla 8. Participantes en los proyectos de desarrollo	66
Tabla 9. Diagrama de Pareto	68
Tabla 10. Indicadores de evaluación de calidad y parámetros	70
Tabla 11. Niveles de capacidad y atributos definidos para la PUCE	78
Tabla 12. Atributos propuestos Nivel 1- Proceso realizado	78
Tabla 13. Atributos propuestos Nivel 2 - Proceso gestionado	78
Tabla 14. Atributos propuestos Nivel 3 - Proceso establecido	79
Tabla 15. Niveles de Madurez	81
Tabla 16. Interpretación del nivel de madurez	83
Tabla 17. Sistema semáforo	86
Tabla 18. Ejemplo de presentación de los resultados de verificación	87
Tabla 19. Proceso de evaluación del riesgo	88

Índice de figuras

Figura 1. Gestión de procesos basado en la relación de los modelos de Deming (Procesos) y Amber (Desarrollo de software)	15
Figura 2. Mejoramiento de procesos	19
Figura 3. Como mejorar los procesos	21
Figura 4. Identificación de la madurez del proceso	22
Figura 5. Flujo del aseguramiento de la calidad	30
Figura 6. Norma Internacional ISO 12207:2008	38
Figura 7. Estructura orgánica	54
Figura 8. Dirección de Informática de la PUCE	56
Figura 9. Macro proceso Gestión de la Tecnología de Información	58
Figura 10. Proceso de Administración de la infraestructura tecnológica y telecomunicaciones	59
Figura 11. Proceso desarrollo de software	59
Figura 12. Proceso administración de servicios tecnológicos	60
Figura 13. Proceso administración de bases de datos y seguridad lógica	60
Figura 14. Subproceso: Planificación de desarrollo de software	62
Figura 15. Subproceso: Diseño y desarrollo de software	63
Figura 16. Subproceso: Capacitación, soporte e implementación	64
Figura 17. Diagrama de Pareto	69
Figura 18. Estructura de la propuesta	72
Figura 19. Subproceso: Planificación de desarrollo de software	74
Figura 20. Subproceso: Diseño y desarrollo de software	75
Figura 21. Subproceso: Capacitación, soporte e implementación	76
Figura 22. Ciclo de vida del software	84
Figura 24. Cronograma de implementación	94

Introducción

El mejoramiento de procesos se ha convertido en la actualidad en un requerimiento esencial que ayuda a las empresas a alinearse a los requerimientos de las partes interesadas. En el ámbito de las tecnologías de la información (TI), el mejoramiento implica una amplia estructura de procesos ordenados lógicamente y sistemáticamente para apoyar y agilizar los procesos internos y generar valor en cada actividad cumplida. Dentro de este ámbito, la presente investigación se focaliza en el Área de Desarrollo de la Dirección de Informática de la PUCE, teniendo como objetivo principal el estructurar los procesos de Desarrollo de Software en función de marcos de referencia enfocados en las buenas prácticas de la industria.

La investigación parte de un estudio amplio de la gestión de procesos, identificando a través del análisis de varios conceptos su importancia y mecanismo de gestión. En este caso, se identifican los mecanismos de mejoramiento y medición de procesos los cuales responden a técnicas y procedimientos que ayudan a identificar de manera oportuna fallencias que afecten la calidad.

Posteriormente, se realiza una pre-prospectiva basada en la conformación de un Gobierno de TI. El estudio se focaliza en analizar comparativamente varios modelos de gestión y sus marcos de referencia en el ámbito del desarrollo de software. Determinando su capacidad, cobertura y beneficios, identificando atributos que sean útiles para elaborar una propuesta para el área objeto de estudio.

Con la información levantada, se presenta un diagnóstico de la situación actual del Área de Desarrollo de la Dirección de Informática de la PUCE, proceso que se llevará a cabo identificando la estructura organizacional interna y los procesos vigentes, lo que permitirá a través de un análisis interno establecer necesidades y requerimientos que orienten el mejoramiento requerido.

El estudio del área y las bases teóricas levantadas, darán como resultado un marco referencial idóneo para presentar la propuesta del modelo para el caso de estudio, detallando cada una de las fases internas y los aportes que éstas generarán al proceso de desarrollo de software. Adicionalmente, se propone la implementación de un mejoramiento estructurado, identificando las actividades, su temporalidad y responsables para que se convierta en una guía que garantice su aprovechamiento.

A continuación se detallan los objetivos que se pretende alcanzar con este trabajo:

Objetivo

La investigación propone como objetivo general el estructurar los procesos de Desarrollo de Software teniendo como referencia las recomendaciones de las mejores prácticas de la industria, y elaborar una propuesta para el Área de Desarrollo del Software de la PUCE, estableciendo el potencial impacto de su aplicación.

Su alcance se enfoca en el desarrollo de software, buscando prácticas alineadas a estándares de calidad que permitan generar productos que aporten valor al cliente-usuario. Su cumplimiento se espera alcanzar en función de una investigación estructurada en donde se analicen procesos vigentes y sus beneficios a fin de sustentar una propuesta especializada y acorde a las necesidades existentes.

Objetivos específicos

En primera instancia, es necesario describir las buenas prácticas de la industria en lo que al mejoramiento de procesos del desarrollo del software se refiere. Su alcance brinda una comprensión amplia de la importancia del mejoramiento y los mecanismos necesarios para alcanzarla. La información levantada, permitirá determinar un modelo apropiado y aplicarlo al caso de estudio.

Una vez levantada la información, el siguiente objetivo es presentar un diagnóstico de la situación actual de los procesos del área de desarrollo y la estructura organizacional que los soporta. En este sentido, se evidenciarán las necesidades, dando paso a lineamientos para poder conformar una propuesta viable y factible de ser ejecutada, buscando beneficios permanentes.

Esto lleva al último objetivo, dado por la necesidad de establecer el potencial impacto de la implantación del modelo propuesto para el caso de estudio. Mediante este planteamiento se establecerá una visión general de la aplicación de la propuesta, estableciendo reacciones y beneficios que garanticen su aprovechamiento.

Hipótesis

En base a los objetivos se plantea que: el análisis de los estándares y buenas prácticas de la industria del Desarrollo del Software, permitirán estructurar una propuesta de mejoramiento de procesos para el área de desarrollo de la PUCE identificando su potencial impacto

Metodología

El cumplimiento de los objetivos propuestos, determina la necesidad de ejecutar una investigación exploratoria, descriptiva y científica. Exploratoria en la medida que identifica investigaciones y estudios previos que permitan disponer de un conocimiento de las técnicas y modelos vigentes para alcanzar sistemas de buenas prácticas en el desarrollo de software.

Descriptiva, en la medida que se apoyará en técnicas matemático-estadísticas para diagnosticar los procesos internos del caso de estudio seleccionado. Esto permitirá obtener información primaria útil para conformar una propuesta especializada y relacionada a las necesidades y requerimientos existentes.

Científica, en la medida que establecerá una propuesta innovadora y especializada en el caso de estudio, la cual permita disponer de un modelo integral orientado a mejorar la gestión referente al desarrollo de software en función de estándares delimitados y definidos en marcos de referencia concretos.

La aplicación de la metodología, fomentará una cultura de mejoramiento interno, en donde la TI sea un medio que aporte a brindar servicios de calidad en relación a las necesidades de la PUCE para mejorar su gestión y servicio.

Capítulo Uno. Marco Teórico

1.1. Gestión de procesos

Las organizaciones independientemente de su actividad cumplen una serie de actividades enfocadas a objetivos que esperan alcanzar. Su desarrollo se orienta a mantenerse activas en el mercado, buscando un reconocimiento y diferenciación por parte del cliente. A nivel interno, transforman entradas de diverso tipo en salidas, las cuales adquieren un valor que son percibidas por quienes demandan de los servicios y productos desarrollados.

El cumplimiento de las funciones que se ejecutan en las diferentes áreas definidas, da lugar a una organización. En ésta, se delimitan funciones para que puedan cumplirse de manera lógica y sistemática. Surge de esta manera la necesidad de alcanzar eficiencia, concepto que integra aspectos como el tiempo y costo que son determinantes en los resultados.

Lo expuesto, encamina a las empresas a definir sus procesos, aun cuando no exista un pleno conocimiento de su significado. En este ámbito, se busca generar modelamientos de trabajo que permitan lograr estándares requeridos para que los objetivos propuestos se materialicen. En este proceso, se combinan elementos que se convierten en orientadores de gestión, dentro de los cuales se encuentra la satisfacción de la parte interesada, la rentabilidad, la sinergia y el clima laboral. En adelante utilizaremos el término, *parte interesada* para referirnos tanto al cliente interno como externo.

Conforme lo expresado, un proceso puede definirse como “un conjunto de actividades que, con un input recibido, es capaz de crear un producto de valor para el cliente”. (J. Alarcón 2011, 19). Analizando lo expuesto, se resalta el fin del proceso, en donde la definición establece al valor como un elemento indispensable. Por lo tanto, es un error considerar exclusivamente la existencia de una secuencia de actividades, la cual no garantiza la conformación de un proceso.

De igual manera, el hecho de obtener salidas que representan cambios o transformaciones de las entradas utilizadas, no implica la existencia de un proceso, ya que este no se basa en un mecanismo operativo de trabajo, sino en la adopción de

una filosofía que permite generar atributos en la mente del consumidor que faculta la diferenciación de un producto o servicio de los demás existentes.

Lo expuesto permite comprender que no todas las empresas disponen de procesos, aunque a nivel interno hayan establecido mecanismos de combinación de recursos humanos, técnicos, tecnológicos y otros para producir un resultado. En este caso, la existencia de un proceso implica un diseño exhaustivo orientado en el valor, el cual “surge de una relación entre el sujeto y objeto y que está relación produce una estructura empírica, humana y concreta” (Olmeda 2012, 80).

Desde una perspectiva técnica, el proceso plantea un resultado que se da en función de un conocimiento aplicado, el cual permite obtener un producto o servicio que resuelve una necesidad y supera las expectativas de quien la tenía. Estos aspectos, parten de una secuencia ordenada de actividades que producen sinergia y por lo tanto consolidan una cultura y comportamiento organizacional.¹

En base a lo expuesto, los conceptos que definen al proceso como actividades interrelacionadas en sí, son correctos pero incompletos, ya que exclusivamente se enfocan en el medio y no en el resultado. La gestión aclara justamente esta deficiencia, en la medida que dispone de la necesidad de incorporar mecanismos para asegurar la obtención de elementos tangibles o intangibles que son percibidos por el cliente y que le permiten identificar un producto o servicio.

La gestión de procesos, implica la adopción de una visión estratégica de desarrollo de la organización, encaminada hacia la excelencia a través de medios como la sistematización y la consolidación de sistemas. A modo de síntesis, la gestión “no es un modelo ni una norma de referencia sino un cuerpo de conocimientos con principios y herramientas específicas que permitan hacer realidad el concepto de que la calidad se gestiona” (Pérez 2012, 45).

Es claro entonces, buscar especializaciones en ramas del conocimiento que permitan consolidar una gestión de procesos adecuada. De esta manera, la presente investigación se enfoca en el área de desarrollo de software.

Dentro de este ámbito, la gestión de procesos conforma una estructura o modelo integral definido y apoyado con tecnología, la cual se convierte en un medio

¹ Al señalar sinergia, se expresa la obtención de un resultado superior que la suma de las partes. A nivel de ecuación esta se describe como $2+2=5$, en donde el resultado supera la propia expectativa.

para llegar a resultados que fomenten una diferenciación. Se puede definir al proceso como una colección de actividades de trabajo, acciones, tareas que se realizan cuando va a crearse un producto determinado. En este sentido, “la meta de la gestión de procesos es producir un modelo o representación que muestre la firmeza, comodidad y deleite. Para alcanzar esto, se debe implementar la diversificación y convergencia” (Pressman 2011, 227).

Profundizando el concepto y focalizándolo en el desarrollo de software, la gestión de procesos integra políticas, estructuras organizativas, tecnologías y procedimientos necesarios para concebir, desarrollar, implantar y mantener un producto de software. Su desarrollo parte de la conformación de estructuras que permiten el trabajo relacional de cada una de las áreas de la empresa para maximizar el valor producido. La tecnología marca una secuencia de gestión que permite aprovechar cada una de las actividades cumplidas a fin de transformarlas en información que oriente la toma de decisiones.

En este sentido, la gestión interviene en el registro y documentación de los procesos, el establecimiento de métricas que permitan estimar los tiempos y costos de desarrollo e implementación y la generación de aplicaciones que aporten a mejorar las interrelaciones de las áreas a fin de que estas puedan desempeñarse en función de los estándares definidos.

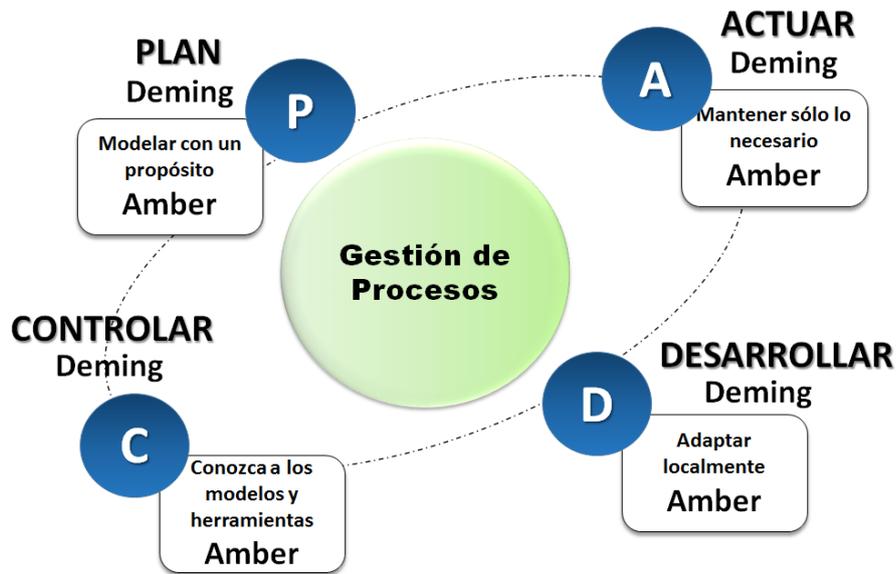
Se marca, por lo tanto, una clara directriz hacia el logro de una filosofía de trabajo amparado en recursos que tienden a agilizar la gestión, garantizar la seguridad de los datos producidos y maximizar su procesamiento para retroalimentar a los responsables de cada área, permitiéndoles gestionar focalizados en el valor creado y necesario.

La tecnología inmersa en la gestión de procesos, se convierte en un acelerador de eficiencia, buscando mayor productividad a través de la organización de actividades. Al respecto, el desarrollo de software se orienta en principios que, alineados al valor permiten que este no pueda desviarse. Estos principios se acoplan a la gestión, permitiendo la comprensión del concepto estudiado, aspecto que para una mejor orientación se ha procedido a relacionar dos modelos.

El primero, el PDCA de Deming que establece un mecanismo de gestión en base al cual se establecen todas las normas de aseguramiento de la calidad que

veremos en adelante, y el segundo, referente al desarrollo de software basado en el modelamiento ágil enfocado en el valor propuesto por Amber. Los resultados obtenidos se expresan en la siguiente figura:

Figura 1. **Gestión de procesos basado en la relación de los modelos de Deming (Procesos) y Amber (Desarrollo de software)**



Fuente: (Ramos 2011, 43)
Elaboración propia.

Los modelos que se han integrado en la figura, dan paso a una definición propia como aporte a la investigación. Ésta combina la gestión administrativa con la tecnológica mostrando que se integran perfectamente. Al respecto, la gestión de procesos puede ser definida como un cuerpo de conocimientos que maximizan el valor producido por la interrelación de actividades y el uso de recursos disponibles para producir valor. Como se observa, la gestión no responde a un modelo o norma específica, sino las utiliza acorde a las necesidades existentes para lograr el resultado esperado.

“La gestión de procesos da paso a la consolidación de descriptors que hacen única a una marca en el mercado y que el cliente reconoce por lo que tiende a generar lealtad” (Morales 2013, 109). El concepto se relaciona a lo expuesto en la figura, en donde se evidencia la necesidad de cada empresa en buscar los mecanismos para alcanzar una gestión exitosa.

Basado en el modelo de Deming, la búsqueda de estos mecanismos, debe apoyarse en un proceso sistemático capaz de ejecutar acciones planificadas. Estas

deben ser permanentemente evaluadas a fin de identificar oportunamente falencias que puedan incidir en el cumplimiento del valor establecido en una filosofía de trabajo. Por otra parte, acorde al modelo de Amber, la búsqueda debe identificar mecanismos que cumplan principios esenciales que reduzcan los riesgos de errores propios e inherentes de los sistemas de trabajo.

Estos aspectos engloban la gestión de procesos, en donde paralelamente se trabaja en una estructura delimitada y en principios definidos. Su integración ayuda a obtener resultados que se alinean a las necesidades de quien se espera servir.

1.2. Las buenas prácticas

Toda empresa combina y relaciona actividades para poder transformar entradas en salidas que cumplan requerimientos que mejoren la gestión. Las buenas prácticas establecen un criterio de coherencia en la gestión, en donde los procesos existentes son el resultado de profundos análisis que determinen la mejor relación posible a obtener en función de los recursos disponibles.

Al hablar de buenas prácticas, la empresa adquiere un compromiso en adoptar “los mejores procesos, procedimientos, políticas, métodos y soluciones para poder cumplir de manera innovadora y original cada uno de los requerimientos” (Bueno 2012, 104).

Analizando lo expuesto, se infiere que las buenas prácticas integran a la empresa alineándola hacia la generación de valor. Esto permite elevar de manera constante los estándares de calidad, logrando relaciones sostenibles de la empresa con proveedores, personal, socios y clientes.

De manera técnica, las buenas prácticas implican la adopción de metodologías de gestión integral. Es decir, requieren de la fijación de procedimientos para poder guiar la gestión cumplida y evaluar los resultados. Al respecto, procedimientos referentes a la Calidad Total, Mejoramiento de procesos, Reingeniería entre otros son adecuados en la medida que estos sean cumplidos en base a una adecuada planificación y sustentada con métodos que permitan optimizar los recursos disponibles a fin de que éstos maximicen los resultados.

En función de lo expuesto, las buenas prácticas implican la transformación de la empresa hacia un compromiso referente con el mejoramiento. Su desarrollo

establece la búsqueda constante y permanente de nuevas alternativas para brindar un servicio óptimo en donde el cliente pueda alcanzar un beneficio real.

1.3. Mejoramiento de procesos

“El mercado mantiene una constante, es siempre variable” (López 2011, 89). Esta característica propia y aplicable en toda actividad económica se replica en el interior de cada empresa. Es decir, lo que se realiza de manera eficiente en un determinado tiempo puede ser totalmente erróneo en otro.

La definición de procesos estudiada, revela la existencia de características que están sujetas de cambio. En la medida que los responsables de los mismos, identifiquen las variantes de mercado, tendrán mayor capacidad de instaurar mecanismos de perfeccionamiento y ajuste.

Los procesos atienden a una realidad específica que alinea a la empresa con el mercado. En este caso, su diseño e implementación busca que los productos y servicios producidos sean verdaderos satisfactores de una necesidad. Se puede inferir que todo proceso debe ser flexible, adaptable y medible.

“La flexibilidad de un proceso hace referencia a su capacidad de cambio manteniendo su esencia de trabajo” (Huggs 2012, 218). La adaptabilidad hace referencia a la relación del proceso con el objetivo, debiendo ser capaz de ajustarse a las realidades del entorno en donde se desarrolla. Finalmente, la medición implica la capacidad de identificar si los resultados obtenidos, están acorde a los esperados.

Cada una de estas características, encierran una realidad implícita en la gestión dada por la constante necesidad de mantener actividades enfocadas a una condición específica de servicio. Surge de lo expuesto el concepto de mejoramiento, el cual permite comprender que todo lo realizado es sujeto a un perfeccionamiento constante.

La existencia del mejoramiento, genera una crítica profunda de la Calidad Total, concepto introducido por varias doctrinas en la década de los 70 y 80. “La calidad total es la excelencia de una estrategia de gestión cuyo objetivo es que la Organización satisfaga de manera equilibrada las necesidades y expectativas de todos sus grupos de interés, es decir, en general, los clientes, empleados, accionistas y la

sociedad en general” (Sánchez 2011, 16). Su concepción delimita un estado absoluto no posible de cambiar o actualizarse.

En la actualidad, el avance científico y tecnológico al servicio de las empresas, permite tener una visión más exacta de la gestión de procesos, en donde el mejoramiento es una práctica requerida. En este caso, el mejoramiento debe ser definido como:

El estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso a fin de mejorarlo. Su propósito es aprender los números, entender los procesos y desentrañar los detalles. Una vez que se haya comprendido realmente un proceso, es posible mejorarlo. La implacable presión por brindar una mejor calidad a menor precio significa que las compañías tienen que revisar continuamente todos los aspectos de sus operaciones. (Krajewski 2011, 110).

El concepto señala una serie de aspectos que es necesario profundizar en el estudio ya que éstos deben ser incorporados en la propuesta. En primera instancia, se resalta en la definición el enfoque hacia el estudio inmerso en el mejoramiento. Es decir, se hace una comprensión de la existencia de constantes variantes internas y externas que deben ser incorporadas en el diseño de los procesos para que estos sean útiles. Por otra parte, el mejoramiento comprende técnicas de evaluación que permitan identificar discrepancias entre lo realizado y lo requerido. Esto da paso a establecer áreas que deben ser mejoradas, manteniendo la estructura actual. Finalmente, el enfoque del mejoramiento tiende hacia alcanzar una mayor calidad, aspecto que está ligado al valor que el cliente percibe de la oferta realizada.

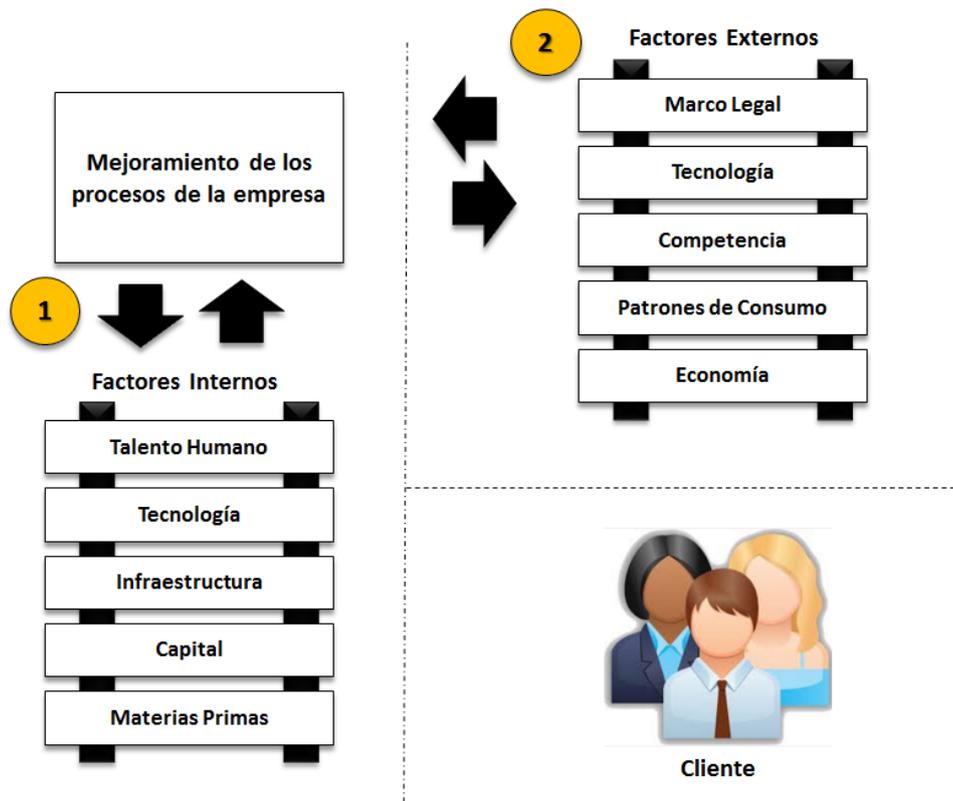
Cada uno de estos aspectos, describe al mejoramiento como un conjunto de actividades especializadas las cuales tienden a perfeccionar los procesos internos, entendido esto como la garantía de su relación con el cliente que sirve y la optimización de los recursos que dispone.

Además, el concepto establece la utilización de una base estructural ya definida, en donde los procesos se mantienen, pero se perfeccionan. Esto hace del mejoramiento una metodología de cambio derivada de factores externos e internos que se interrelacionan a fin de elevar el desempeño y la calidad de lo producido.

Los factores internos se entienden son propios de la empresa, por lo que se tiene control de los mismos, mientras que los externos, no se pueden controlar, pero si conocer, por lo que es necesario su estudio permanente para sobre estos definir ajustes que permitan atender de mejor manera al cliente.

Lo expuesto, indica que el mejoramiento busca la calidad, misma que debe ser definida para cada empresa tomando como referencia el comportamiento de los factores existentes. Esto se expresa en la siguiente figura:

Figura 2. **Mejoramiento de procesos**



Fuente: Mejoramiento de los procesos de la empresa (Salazar 2012, 78)
Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura, los procesos de las empresas están ligados al cliente, buscando cubrir sus requerimientos y superar sus expectativas. Para ello, internamente adaptan sus estructuras a fin de incrementar la calidad de su gestión.

Los factores internos orientan parte del mejoramiento, teniendo la empresa control de los mismos por lo que busca con estos marcar ventajas competitivas. De esta manera, sus acciones tenderán a mejorar las competencias del personal, incorporar tecnología que agilite sus procesos, mejorar la infraestructura para poder

ampliar la cobertura de servicio y capacidad de respuesta, y mejorar las materias primas o insumos para que los servicios y productos prestados cumplan requerimientos o estándares definidos. La incorporación de recursos permite elevar el rendimiento de los procesos, mejorando su diseño para que estos puedan acatar los requerimientos que el cliente desea.

Los factores externos marcan cambios en el entorno que las empresas deben identificar para adaptarse a los mismos. Dentro de estos, se encuentra el marco legal vigente que impone disposiciones que las empresas deben cumplir. También la tecnología que da lugar a nuevas formas de servir y comunicarse con las partes interesadas, así como también de producir los bienes y servicios requeridos. La competencia que presiona al mercado estableciendo nuevos valores que el cliente percibe y por lo tanto cambia sus patrones de consumo. Finalmente, la situación económica que da lugar a determinada demanda en relación a la elasticidad del producto o servicio.

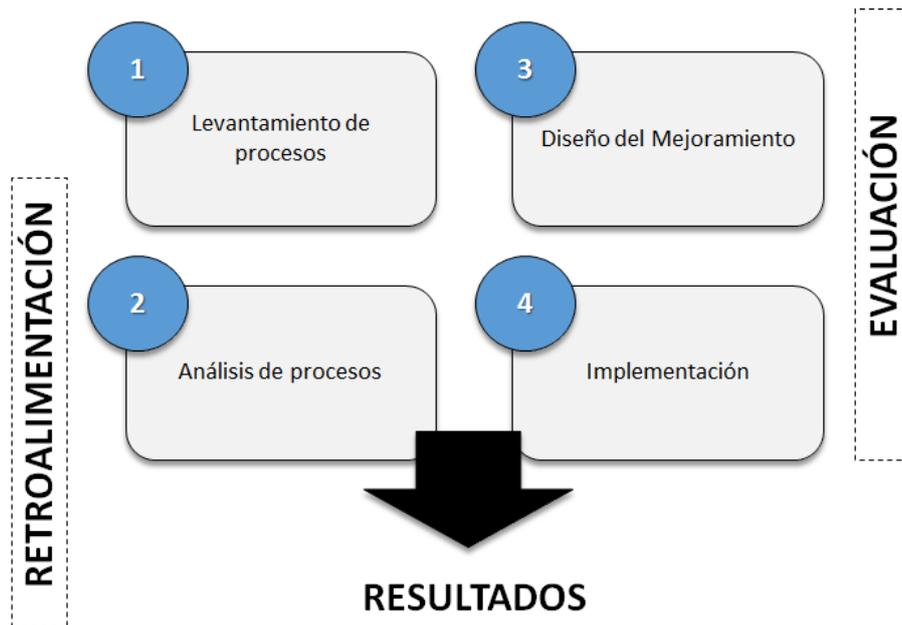
Estos factores definen requerimientos que los procesos de las empresas deben cumplir, lo que permite establecer mejoras para que puedan satisfacer a las partes interesadas. Surge de lo expuesto la necesidad de priorizar las acciones, para que los cambios alcancen el mayor impacto y beneficio posible. Sobre esto cabe la siguiente definición; “el mejoramiento de procesos responde a eventos de alta incidencia que permiten a una empresa aprovechar situaciones de mercado y evitar riesgos posibles a presentarse” (Larrea 2012, 89).

Conforme a lo citado, el mejoramiento de procesos debe necesariamente realizarse atendiendo a procedimientos que levanten información y permitan establecer su criticidad, para tomar acciones cuya implementación de paso a logros fundamentales que encaminen a la empresa a su crecimiento sostenido y sustentable.

En este sentido, la meta no es mejorar per se, es alcanzar logros a través del mejoramiento, mismos que tengan alta repercusión en el mercado y en la empresa que los aplica. Por ello, su desarrollo debe cumplirse de manera estructural, permitiendo evaluar los alcances posibles a presentarse. “La selección de los aspectos críticos es una decisión de la más alta responsabilidad. Esta nunca debería delegarse” (Harrington 2013, 17).

La cita describe una realidad actual de varias empresas que consideran se encuentran mejorando sus procesos, pero no logran alcanzar resultados eficientes que marquen un real beneficio. Estas se han concentrado en cambios de nula importancia, pero generalmente costos. Para evitar esta situación, es fundamental seguir lineamientos que direccionen el mejoramiento, por lo que se expone los siguientes ejes de trabajo:

Figura 3. **Como mejorar los procesos**



Fuente: Ejes de mejoramiento de procesos (Salgueiro 2011, 115)
Elaboración propia.

La figura expone un proceso de mejoramiento en donde se levantan los procesos, identificando los factores internos y externos anteriormente descritos. Se procede a su análisis determinando la prioridad del cambio y el impacto posible a alcanzar. Posteriormente, se diseña el mejoramiento, estimando tiempos, costos y resultados y se procede a su implementación.

El proceso como se observa no termina en la ejecución, continúa evaluando los resultados para retroalimentar el sistema y regresar al levantamiento. Se observa la existencia de un proceso cíclico en donde el mejoramiento tiene un inicio, pero no un final.

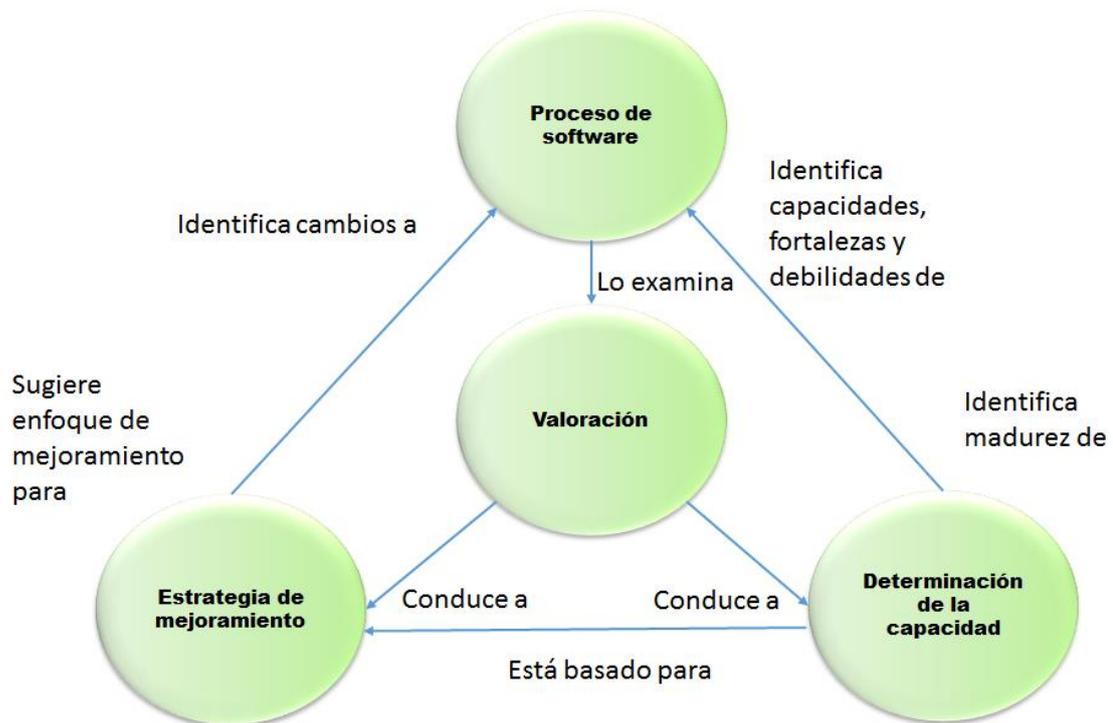
Las empresas que deciden adoptar el mejoramiento de procesos, deben desarrollar una cultura interna que fomente la participación activa y erradique

resistencias al cambio que no permitan alcanzar un mejor nivel de desempeño en todas las áreas.

En base a lo mencionado, se concluye que el mejoramiento se convierte en parte esencial de la forma de ser de cada empresa. Su gestión se apoya en metodologías las cuales concentran su desarrollo en el estudio constante de la empresa y su mercado, para proponer a partir de la estructura y recursos disponibles acciones que tengan mayor eficiencia y calidad.

Relacionando los conceptos señalados referentes al mejoramiento de procesos con la identificación de la madurez del proceso del desarrollo de software, Pressman (2011) establece un modelo relacional que incluye los procesos de desarrollo de software, la determinación de la capacidad, la estrategia de mejoramiento y la valoración. Estas se describen en la siguiente figura:

Figura 4. **Identificación de la madurez del proceso**



Fuente: (Pressman 2011, 648)
Elaboración propia

La Fig. 4 establece un enfoque del mejoramiento especializado en el desarrollo de software el cual se fundamenta en la capacidad del proceso, proporcionando un producto que brinden soluciones a los problemas existentes que afectan el desempeño y calidad de la gestión.

1.4. Medición de procesos

Como se aprecia en la Fig. 3, la evaluación desde una concepción moderna de procesos no es un elemento independiente o secuencial. Si se analizan conceptos administrativos como los propuestos por Mayo, Fayol, Taylor o incluso Terry, el control y evaluación se convertía en un elemento de la administración diferenciado. Su gestión se acompañaba de la Planificación, Organización y la Dirección.

Si bien la presente investigación no busca realizar una crítica sobre si el Control es o no un eje o pilar de la administración, plantea un desarrollo absoluto y no secuencial. Es decir, el control debe ejecutarse en todo momento y proceso existente y no esperar hasta obtener los resultados. Si se relaciona este concepto al desarrollo de software, el control mediante mecanismos de caja blanca o negra, por ejemplo, no deben cumplirse una vez que se obtengan los resultados de una aplicación informática, debido a que si en estos se detecta error, ya se habrá desperdiciado recursos y tiempo, por lo que el mejoramiento se vuelve reactivo y no preventivo.

El control debe realizarse simultáneamente a medida que se ejecuten las actividades propias de un proceso. Esto basado en un marco de referencia que permita prevenir errores y en el caso de ocurrir detectarlos a tiempo a fin de que la recuperación no tenga que cubrir daños de gran escala o intensidad.

El mejoramiento de procesos señalado anteriormente, demanda de un control exhaustivo que establezca justamente acciones tendientes a evitar falencias que puedan comprometer la estabilidad de la empresa. El cambio fortalece los procedimientos, dando paso a una mayor calidad que a su vez genere rentabilidad.

Bajo este concepto de control, “la medición incluye un conocimiento pleno del resultado obtenido en función de parámetros cuantificables” (Vilar 2012, 210). Analizando el concepto, la medición transforma los datos obtenidos en la ejecución del control, en indicadores que pueden ser interpretados en base a un tablero de comando.²

² Al señalar el tablero de comando se hace referencia a los estándares de calidad que se espera alcanzar en cada proceso medido.

La medición por lo tanto permite disponer de niveles y tendencias de desempeño, los cuales son relacionados con estándares previamente definidos para establecer el nivel de desempeño alcanzado. De esta manera, se pueden identificar variaciones en el comportamiento de los procesos que afecten los resultados.

La medición implica un pleno conocimiento del proceso, traducido a un lenguaje que puede ser técnicamente interpretado, dando paso a la identificación de prioridades que permitan planificar la mejora continua. Su desarrollo parte de un concepto simple, pero integrador que indica que “si no se puede medir, no existe” (Albán 2012, 29).

Bajo este concepto, es importante establecer las técnicas sobre las cuales se estructurará los procesos de desarrollo de software enfocado a las buenas prácticas de la industria. En este caso, se efectuó una revisión de varios procedimientos matemático-estadísticos, concluyendo que las siguientes técnicas pueden ser de gran aporte a la investigación. Para su detalle amplio, se procede a una descripción de cada una de estas.

A continuación, los resultados:

Tabla 1. **Técnicas Medición de los procesos**

Mecanismo de medición	Descripción
Indicadores	Formulación de índices por tipo de proceso que permita establecer su rendimiento dentro de un tiempo determinado. No existe un proceso técnico limitante para la formulación de indicadores, debiendo este responder a un concepto estrictamente matemático regido por sus leyes.
	Es importante que por cada indicador se establezca su recorrido, es decir los rangos de comportamiento del indicador y la interpretación de los valores posibles a obtenerse. Además, debe establecerse la frecuencia de levantamiento y los mecanismos de procesamiento de los resultados para disponer de una visión de tendencias que aporte al conocimiento del desempeño del proceso.

Mecanismo de medición	Descripción
<p align="center">Desviación del comportamiento de los datos levantados o indicadores calculados</p>	<p>El cálculo de la desviación estándar permitirá analizar la variabilidad en el comportamiento de los datos e indicadores.</p>
$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ <p>Rango Mayor = Desviación + Promedio</p> <p>Rango Menor = Promedio - Desviación</p>	<p>Su utilización establecerá recorridos que permitan asociarse a niveles de calidad. En el caso de los procesos de desarrollo de software, su aplicación es amplia ya que la técnica se ajusta al estudio del proceso a automatizar, al diseño del software, a la implementación y control de funcionalidad. En cada uno de estos, aportará brindando un conocimiento amplio del comportamiento existente, lo cual direccionará la toma de decisiones.</p>
<p align="center">Correlación entre las actividades y procesos existentes</p> $\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$	<p>Se ha optado por el uso de la Correlación de Pearson, mecanismo que ayudará a establecer el nivel de relación existente entre las variables o indicadores inmersos en el proceso y su automatización. La correlación resultante parte de un concepto estadístico definido el cual se debe interpretar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el valor resultante es mayor a uno, se considerará la existencia de una relación directa. • Si el valor resultante es igual a uno, se considerará la existencia de una relación directa fuerte. • Si el valor resultante es igual a cero, se considerará una relación nula. • Si el valor resultante es menor a cero, se considerará una relación inversa. (Moore 2011, 134).

Mecanismo de medición	Descripción
<p data-bbox="268 248 651 392">Proyección de indicadores y determinación de tendencias. Mínimo Cuadrado</p> $S_{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{X}\bar{Y}$ $S_X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{X}^2$ $b = \frac{S_{XY}}{S_X^2}$ $a = \bar{Y} - b\bar{X}$	<p data-bbox="683 248 1422 504">Su utilización permitirá verificar la tendencia de comportamiento de los datos e indicadores levantados. Esto ayudará a establecer estimaciones futuras que aplicadas al desarrollo de software permitirán determinar los tiempos y costos de desarrollo.</p> <p data-bbox="683 521 1422 611">Su cálculo ayudará a planificar los procesos internos, mejorando la calidad del servicio.</p> <p data-bbox="683 633 1422 835">Para ello, se ha considerado utilizar como técnicas el cálculo de la covarianza (SXY), Varianza Marginal de X (SX) y los descriptores de la ecuación; punto de corte de la y (b) y pendiente (a).</p> <p data-bbox="683 857 1422 947">Su aplicación establecerá tres tipos de tendencia posibles:</p> <ul data-bbox="730 969 1422 1171" style="list-style-type: none"> • Tendencia creciente cuando la ecuación marque una ecuación positiva. • Tendencia estática, cuando la variación del movimiento del dato se estable o mínimo. <p data-bbox="683 1193 1422 1283">Tendencia negativa, cuando la ecuación marque una ecuación negativa.</p>
<p data-bbox="268 1323 651 1467">Determinación de ajuste de confiabilidad en la medición de datos.</p> $: e_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y(x_i))^2}$	<p data-bbox="683 1323 1422 1579">La verificación de confiabilidad de los datos levantados se realizará mediante regresiones en las cuales se aplique el proceso de error típico. Esto permitirá establecer la validez de la medición garantizando la generación de información fiable.</p>
<p data-bbox="316 1637 603 1675">Diagrama de Pareto</p>	<p data-bbox="683 1637 1422 1944">Para priorizar los efectos de los problemas que afecten el proceso y permitir que el desarrollo de software aborde temas críticos de alto impacto, se utilizará el Diagrama de Pareto, el cual permitirá establecer un sistema de priorización en función de las necesidades del proceso levantado.</p>

Mecanismo de medición	Descripción
Gráfico de dispersión	Para facilitar la interpretación de los resultados de la medición se utilizará gráficas de dispersión sobre las cuales se evidenciarán las tendencias y rangos de comportamiento.

Fuente: (Amat 2011, 117-120)

Elaboración propia

Es importante señalar que las técnicas expuestas no son las únicas posibles a utilizar, sin embargo, estas se consideran más apropiadas acorde a los objetivos planteados. Cada una, aporta con una mejor visión del proceso y del desarrollo del software, lo que contribuirá a disponer de lineamientos esenciales para el mejoramiento de los procesos.

1.5. Aseguramiento de la calidad

La calidad es un nivel que toda empresa establece en función de las necesidades del cliente. Su concepto es único, exclusivo y diferenciador. “No es posible establecer un concepto absoluto del término calidad, ya que este responde a una realidad propia de cada empresa” (Cabellido 2011, 84). Analizando lo citado, se concuerda que la calidad debe ser definida en base al servicio que se preste, entendiendo las necesidades del cliente y sus patrones de evaluación de la oferta que tiene acceso.

La calidad es un término subjetivo para el que cada persona tiene su propia acepción. Desde el punto de vista técnico, la calidad puede tener dos significados (1) las características de un producto o servicio que le dan la capacidad de satisfacer las necesidades explícitas o implícitas y (2) un producto o servicio libre de defectos. (Summers 2012, 61).

Desde la perspectiva del desarrollo del software, la calidad implica varios parámetros, dentro de los cuales se encuentra la calidad en la conectividad, la relación usuario-Front End, la seguridad de la data, la agilidad de los procesos, la información y su procesamiento, entre otros. Cada uno de estos elementos debe ser revisado para establecer los lineamientos de ejecución de los procesos internos.

En este sentido, es fundamental establecer un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) el cual prevenga errores y maximice la satisfacción de las partes interesadas

con el producto o servicio prestado. Su implementación se fundamenta en un proceso de aseguramiento, el cual adopte marcos de referencia para establecer acciones que aporten valor y permitan cumplir estándares relacionados a las necesidades de la parte interesada.

“El aseguramiento de la calidad enfocado en el desarrollo del software se basa en criterios de funcionalidad, confiabilidad, mantenimiento y estimación de desarrollo.” (Fernández 2012, 11-13). Cada uno de estos garantiza el diseño de aplicaciones que aporten a mejorar la gestión de los procesos internos.

La funcionalidad abarca la utilidad de la aplicación desarrollada, la cual permite mejorar la coordinación y relación de los procesos, permitiendo que estos incrementen su desempeño. La confiabilidad establece una seguridad adecuada para asegurar la data generada, produciendo información útil en función al nivel de usuarios del sistema. El mantenimiento orienta la gestión preventiva necesaria para evitar errores y riesgos en la funcionalidad y la estimación permite la proyección de resultados para planificar la gestión de manera adecuada, evitando situaciones que no permitan concluir con el producto informático ofrecido.

El aseguramiento debe ser integral, esto para disponer de una alta confiabilidad en la gestión. Por ello, es necesario que esta sea interna y externa.

- El aseguramiento interno se enfoca en los recursos disponibles, en el personal y sus necesidades. Establece medios que permitan facilitar el cumplimiento de todos los procesos inmersos en el desarrollo del software.
- El aseguramiento externo se focaliza en las partes interesadas o usuarios de las aplicaciones desarrolladas, verificando si estas cumplen con los requerimientos exigidos y ayudaron a mejorar la gestión.

Como se observa el aseguramiento debe ser amplio y abarcar, los procesos de levantamiento de datos, análisis, diseño de software, estimación, ejecución, implementación y medición.

Mediante el aseguramiento de la calidad, el desarrollo de software se ejecuta mediante procesos establecidos previamente, los cuales evitan errores posibles a presentarse que afecten la calidad del producto creado. En este sentido, establecen de manera paralela un programa de garantía de calidad y normas y procedimientos

definidos. El programa de calidad define una política de aseguramiento relacionada a las directrices de la organización. Esta establece los procedimientos y metodologías que se adoptarán para el desarrollo del software. La ventaja de su diseño es que la empresa tiene total libertad para basarse en marcos de referencia establecidos o crear propios, acorde a sus necesidades y experiencia.

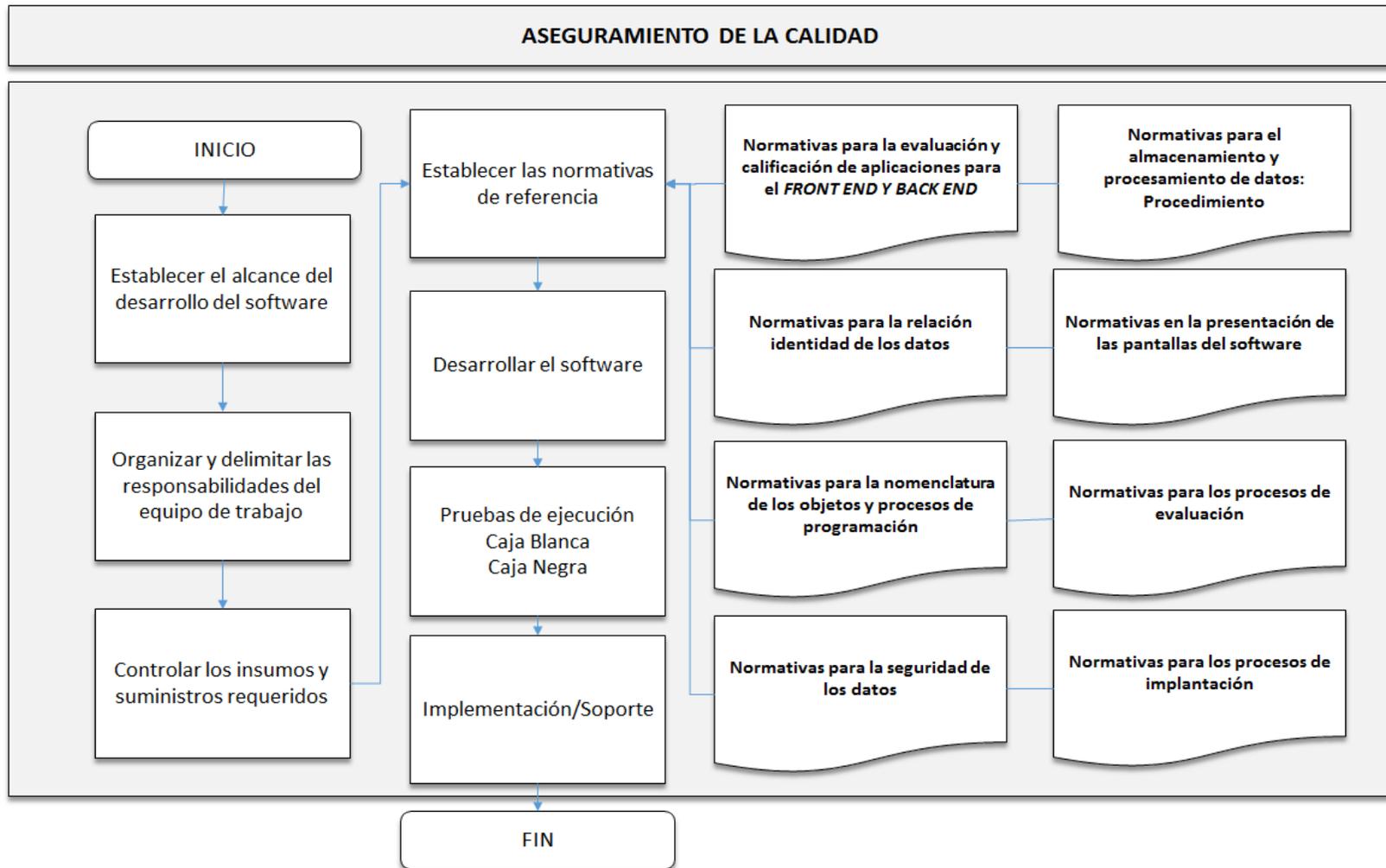
Por otra parte, las normas y procedimientos permiten documentar los procesos internos. Esto además de regular las actividades internas define las responsabilidades de cada uno de los integrantes de los equipos de desarrollo.

El aseguramiento de la calidad da como resultado la creación de una ingeniería de software. Su implementación establece medidas de planificación, diseño y control las cuales se ejecutan en función de estándares. Estas se desenvuelven en función de varias actividades que pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- **Actividades de planificación y sistematización:** Enfocadas en definir las acciones a cumplir para el diseño del software. Su ejecución incluye la estimación de tiempos y costos requeridos.
- **Actividades de ingeniería de software:** Responsables de los lineamientos a utilizarse en la generación del código fuente, la estructura de datos y su conectividad. En esta también se definen las aplicaciones, lenguajes y procedimientos a utilizarse en el Front y Back End.
- **Actividades de gestión de la calidad:** Encargados de la aplicación de marcos de referencia que permitan garantizar la generación de valor en cada actividad cumplida.
- **Actividades de soporte:** Encargadas de todos los procesos complementarios necesarios para que el desarrollo del software se ejecute sin contratiempos que puedan afectar el cumplimiento de la planificación. (Fernández 2012, 15).

Las actividades señaladas establecen el alcance de cada proyecto de ingeniería de software a realizar, delimitando los procedimientos a cumplirse para obtener los resultados de calidad esperados. Esto da lugar a un conjunto de actividades integradas que ha sido representado en la siguiente figura:

Figura 5. Flujo del aseguramiento de la calidad



Fuente: Aseguramiento de la calidad (Guajardo 2012, 77).
Elaboración propia

El flujo propuesto permite concluir que el aseguramiento de calidad implica todos los procesos requeridos en el desarrollo del software. Dentro de estos incluye las normativas que se van a aplicar para la creación de los productos, permitiendo estandarizarlos a fin de garantizar estructuras homogéneas y compatibles que vayan dando lugar a una estructura apoyada en un solo repositorio de datos.

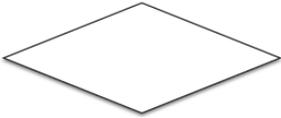
Se evidencia en lo mencionado, la relación con conceptos como Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM) y Business Process Management (BPM) los cuales conforman estructuras unificadas y estandarizadas unidas por una estructura de datos que integra las áreas internas con los clientes y permite un control efectivo en base a indicadores previamente establecidos. Esto da las pautas para establecer los mecanismos que se deben adoptar en la presente investigación.

De esta manera, es importante conformar estructuras de procesos, para lo cual se deben utilizar diversas técnicas. Una de estas, es el SIPOC, Supplier (proveedor), Input (entrada), Process (proceso), Outputs (salida), Customer (cliente / parte interesada). Su desarrollo permite identificar los siguientes elementos:

- **Proveedor:** Determina quienes abastecen de insumos y requerimientos que le proceso requiere para operar.
- **Inputs (entrada):** Describe todos los recursos, personal o información necesarios para que el proceso pueda operar de manera satisfactoria.
- **Outputs (salida):** Describe el producto o servicio resultado de cada actividad
- **Proceso:** Implica la gestión a realizarse para transformar las entradas en salidas
- **Cliente o parte interesada:** Determina los beneficiarios del proceso, estableciendo la accesibilidad de productos y servicios requeridos para poder atender sus necesidades. (QAEC 2016, 1).

Otro mecanismo es la flujo diagramación basada en el estándar ANSI, mismo que responde a simbologías definidas, entre las cuales se encuentra la siguiente:

Tabla 2. **Simbología de procesos ANSI**

Símbolo	Descripción
	Terminal: Indica el inicio y el término del proceso a describir.
	Captura de datos: Describe la entrada y salida de información
	Proceso: Detalla el proceso o acción que se ejecuta a cargo de uno o varios responsables
	Decisión: Evalúa la condición del proceso para determinar su continuación. Es una estructura booleana que puede ser verdadero o falsa. Si o No. Si se desea incorporar más alternativas se utilizará flechas de direccionamiento
	Conector: Indica la continuación del proceso. Se detalla con un número, letra o carácter alfanumérico.
	Flecha de direccionamiento: Indica el direccionamiento de las actividades desarrolladas.

Fuente: (Farina 1984, 56)
Elaboración propia

En conclusión, el desarrollo de software debe ejecutarse en base a modelamientos integrales orientados a obtener una alta calidad. Para ello, es necesario establecer procesos, los cuales parten de la generación de valor que el interesado percibe.

A nivel interno, los procesos exigen un constante perfeccionamiento, por lo que las empresas inician una gestión de constante retroalimentación y toma de decisiones que da paso al mejoramiento continuo. Para ello, deben identificar metodologías las cuales orienten la gestión a cumplirse, permitiendo que se de paso a un mantenimiento efectivo del software disponible, garantizando que este aporte a agilizar e incrementar la productividad de los procesos que sirve.

Para alcanzar un mejoramiento continuo eficiente, es fundamental establecer en toda actividad una medición. Ésta compara los resultados obtenidos con los esperados, permitiendo identificar falencias que afecten los objetivos planteados. La medición parte de la selección de técnicas, las cuales permitan procesar los datos para disponer de una información actualizada y pertinente.

En este sentido, se seleccionaron técnicas que se consideran necesarias para poder evaluar el comportamiento de los procesos y priorizar necesidades, permitiendo que el software propuesto sea útil y apoye a las necesidades existentes.

Todos estos elementos desembocan en la conformación de un Sistema de Gestión de Calidad; éste parte de modelos de aseguramiento que abordan todos los procesos requeridos para el desarrollo del software. Su ejecución permite disponer de una ingeniería apoyada en políticas, procedimientos y normativas que estandarizan la gestión y consolidan productos integrados los cuales producen amplias oportunidades para el procesamiento de datos.

La consolidación de un modelo de aseguramiento de calidad, evita cometer errores, aspecto que tiende a elevar la satisfacción de los usuarios de los sistemas y productos desarrollados.

Capítulo Dos. Marco Referencial

2.1. Gobierno TI

La tecnología es un impulsador de desarrollo, siendo un medio que fomenta el mejoramiento de la productividad, la calidad y el servicio. Su implementación permite a las empresas disponer de mejores sistemas de información, comunicación, conocimiento y ejecución de sus actividades.

A nivel interno, cada organización debe estructurar la gestión de tecnología, teniendo dentro de sus principales objetivos el aprovechamiento de la misma para generar ventajas sustentables que le permitan desarrollar un valor identificado por el cliente. De esta manera, el Gobierno TI establece un conjunto de procesos que permiten dirigir y controlar de manera eficiente la empresa a fin de que esta logre los objetivos apoyados en infraestructuras y conocimiento que maximicen su inversión en TI.

El Gobierno TI consiste en un completo marco de estructuras, procesos y mecanismos relacionados. Las estructuras implican la existencia de funciones de responsabilidad, como los ejecutivos y responsables de las cuentas de TI, así como diversos Comités de TI. Los procesos se refieren a la monitorización y a la toma de decisiones estratégicas de TI. Los mecanismos relacionales incluyen las alianzas y la participación de la empresa/organización de TI, el dialogo en la estrategia y el aprendizaje compartido. (Van Bon 2011, 10).

Analizando lo citado, el Gobierno TI abarca un conjunto de procesos los cuales permiten incorporar TI requerida en la organización, convirtiéndola en un insumo que mejore la gestión y permita incrementar la calidad de los productos y servicios ofertados. Su incidencia es amplia, abarcando todos los procesos internos, los cuales analiza para aportar con medios que permitan incrementar su desempeño.

Es importante establecer que el Gobierno TI busca soluciones permanentemente en la empresa a través de la TI. Su funcionalidad implica el fortalecimiento constante de las estructuras internas a fin de que estas puedan relacionarse y agregar valor al producto

o servicio final. Por ello, integra mejores prácticas de gestión, monitorizando el rendimiento obtenido y el retorno de la inversión en tecnología.

Dentro del campo de acción, el Gobierno TI actúa en la planificación, organización, adquisición, implementación, mantenimiento, soporte y control de todos los recursos tecnológicos que la empresa utiliza, permitiendo que estos generen beneficios de alto impacto que apoyen a la empresa a mejorar su gestión.

Su implementación conduce a la empresa a alcanzar ventajas competitivas sostenibles con las cuales pueda elevar la calidad de servicio y la cobertura de mercado, siendo aspectos que están ligados a la adecuada administración de la liquidez y rentabilidad. Por ello, los componentes de gestión abarcan a las personas, la organización, los procesos internos y la tecnología.

Lo expuesto, rompe paradigmas que afectan la gestión empresarial y que deben erradicarse en la administración moderna. Estos se relacionan a considerar a la tecnología como un recurso aislado, que es un fin para solucionar inconvenientes existentes. La nueva visión resultante del Gobierno TI, define a la tecnología como un recurso integrado en todas las actividades de la empresa, siendo un medio para alcanzar soluciones eficientes que maximicen el desempeño y reduzcan los costos y gastos.

Bajo esta visión, las características de gestión del Gobierno TI se fundamentan en alinear la TI a las estrategias de la empresa, generando el máximo valor posible para alcanzar un mayor desarrollo que genere beneficios a los clientes, proveedores, personal, socios y la sociedad en general.

Su gestión se cumple en función de la definición y adopción de marcos de referencia los cuales orientan a la organización a estandarizar acciones para que estas generen aportes fundamentales en la operatividad de cada uno de los procesos. Esta situación permite inferir que la gestión del Gobierno TI aporta a la efectiva coordinación de los procesos, situación que está relacionada al mejoramiento continuo.

La selección de marcos de referencia da lugar a la conformación de bibliotecas de infraestructura tecnológica de la información ITIL, marcando de esta manera

estándares apoyados en técnicas y metodologías enfocadas a las necesidades de la empresa.

ITIL es un conjunto de manuales que describen los procesos integrados de gestión de las TI. Es un marco de referencia global que describe las mejores prácticas de gestión de los servicios de TI, pertenece al dominio público y es independiente de los fabricantes de TI y de las empresas de consultoría, aunque ampliamente reconocido por estas últimas. (Quesnel 2011, 23).

La cita, permite tener una amplia descripción de la gestión del Gobierno TI, la cual como se indica es independiente de los proveedores de TI. Es decir, no existen ligaduras con marcas o servicios, marcando una total independencia de gestión cumplida, la cual se enfoca estrictamente a la necesidad. Por ello, cada organización debe determinar la TI requerida, encontrándose dentro de sus competencias la producción de software especializado a sus necesidades.

El marco de referencia que se adopte, minimiza los riesgos de error, permitiendo que sus productos y servicios tengan alta calidad y puedan ser implementados y mantenidos adecuadamente. Otro aspecto fundamental es que su gestión es universal, en la medida que pequeñas, medianas y grandes empresas pueden acceder a TI. El Gobierno TI, elimina las barreras que impiden un acceso eficiente a la tecnología, aprovechando los recursos existentes, dentro de los cuales se encuentra el Open Source.

En base a lo expuesto, se propone una definición propia del Gobierno TI como aporte investigativo. Esta establece una efectiva relación Empresa-Tecnología, la cual es posible en función de la adopción de marcos de referencia que permiten integrar todas las áreas proveyéndoles de medios que mejoren su rendimiento.

Técnicamente, el Gobierno TI cumple una serie de actividades que se han clasificado de la siguiente manera:

- **Perspectiva del negocio:** Establecer medios que monitoreen los procesos internos a fin de identificar recursos TI que puedan aportar su desarrollo.

- **Gestión de Infraestructura TI:** Enfocada en disponer de una infraestructura alineada a los recursos utilizados, para que los procesos internos puedan operar de manera efectiva.
- **Gestión de aplicaciones:** Encargado de incorporar aplicaciones útiles relacionadas a las necesidades de la empresa. Su gestión elimina la necesidad de que los procesos tengan que adaptarse a los sistemas, siendo una práctica que afecta el rendimiento interno.
- **Soporte de servicio:** Encargado de brindar soporte que garantice la operatividad de la TI.
- **Provisión del servicio:** Encargado de la asistencia y mantenimiento de la TI para que esta se encuentre operativa.

Como se puede observar, el Gobierno TI es necesario ya que permite que la TI incorporada en la empresa contribuya a mejorar su gestión. Su desempeño evita inversiones improductivas y retrasos que afecten a la competitividad y posicionamiento.

2.2. Modelos para el desarrollo de software

El desarrollo de software demanda de procedimientos que orienten la gestión cumplida, permitiendo disponer de productos de alta calidad. En este sentido, su ejecución debe responder a modelos que eviten falencias que pueden ser totalmente previsibles.

El avance de la ciencia y tecnología permite en la actualidad disponer de múltiples alternativas, apoyadas en marcos de referencia que representan mecanismos para desarrollar el software y gestionar los procesos inmersos en su diseño e implementación. Estas se describen a continuación:

2.2.1. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 12207:2008 Procesos del ciclo de vida del software

La existencia de normas de estandarización da paso a la estructuración de procesos integrados debidamente documentados y controlados. Dentro de estos, la serie

requerimientos especificados, estableciendo procesos de auditoría, verificación y validación los cuales se constituyen en técnicas que permiten orientar la toma de decisiones requeridas en cada empresa.

2.2.2. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 15504:2012 Determinación de la capacidad de mejora del proceso de software (SPICE)

El modelo de evaluación de software ISO 15504 integra un conjunto de procesos enfocados a mejorar la organización. Su desarrollo se compone de 6 niveles que califican el nivel de madurez alcanzado por la empresa.

- **Nivel 0- Corresponde a una organización inmadura.** - Esta se describe por la ausencia de procesos lo que genera alto riesgo de error y falencia que impiden atender sus obligaciones de manera efectiva.
- **Nivel 1- Corresponde a una organización básica.** - La organización mantiene procesos primarios definidos los que apoyan a cumplir objetivos propuestos.
- **Nivel 2- Corresponde a una organización gestionada.** - La organización dispone de procesos internos de gestión en el desarrollo, implementación, control y mantenimiento de software.
- **Nivel 3- Corresponde a una organización establecida.** - La organización implementa estándares de desarrollo en cada uno de sus procesos, lo que le permite disponer de una amplia y coordinada retroalimentación de sus resultados.
- **Nivel 4- Corresponde a una organización predecible.** - La organización incorpora técnicas matemático-estadísticas para evaluar su gestión, proveyendo resultados anticipadamente.
- **Nivel 5- Corresponde a una organización optimizada.** – La organización incorpora procesos de mejoramiento estructurados que le permiten mejorar su gestión. (Kunas 2012, 26).

La norma permite disponer de un marco de referencia que establece requisitos para clasificar los procesos en función de su madurez. A nivel interno proporciona guías que identifican falencias para orientar el mejoramiento continuo. La implementación permite alcanzar las siguientes ventajas:

- Permite gestionar en función de procesos y su capacidad de trabajo.
- Determinan perfiles de desarrollo en base a los resultados de cada organización, dando pautas para mejorar la gestión interna.
- Se integra a otros modelos de calidad pertenecientes a la Norma ISO 9000.
- Su certificación es menos costosa que otras normas.

Concretamente con respecto al desarrollo de software, la norma se relaciona ampliamente con la norma internacional ISO/IEC 27000:2014 referente a la seguridad y la norma internacional ISO/IEC 20000:2007 – Gestión del servicio, relacionada a los servicios de TI.

En cuanto a los procesos de evaluación, la norma establece dos procesos:

- **Evaluación del ciclo de vida del software**

La evaluación plantea tres tipos de procesos; primarios, soporte y organización. Dentro de los primarios incluye los procesos de cliente, proveedores, ingeniería y operación. Los procesos de soporte integran las actividades de apoyo al usuario. Finalmente, los de organización incluyen la gestión, recursos humanos, infraestructura y mejora de procesos.

En cada uno de estos, plantea un modelo de indicadores que permiten analizar el ciclo de la vida del software, determinando su funcionalidad y aporte en relación de las necesidades del usuario.

- **Evaluación del nivel de capacidad del proceso**

Como indica su nombre, su evaluación se basa en la capacidad del proceso. Internamente, gestiona la dimensión de operación, cobertura y alcance. Su desarrollo se ampara en indicadores especializados en los atributos de los procesos.

La evaluación en base a la norma se cumple en siete partes que se detallan a continuación:

- Parte No.1.- Incluye los conceptos y vocabulario utilizado en la normativa.
- Parte No.2.- Implica la realización de la evaluación.

- Parte No.3.- Comprende la guía para la realización de la evaluación.
- Parte No.4.- Comprende la guía para el uso de la mejora del proceso y la determinación de su capacidad.
- Parte No.5.- Presenta un ejemplo del modelo de evaluación como guía de ejecución.
- Parte No.6.- Presenta un ejemplo del modelo de evaluación del ciclo del sistema.
- Parte No.7.- Evaluación de la madurez de una organización.

La aplicación de las partes permite obtener mayor agilidad de los procesos para que estos se puedan adaptarse de mejor manera, fomentando su integración y funcionalidad. A su vez, permite disponer de un modelo más económico que eviten largas jornadas de auditoría. (ISO/IEC 15504 2012).

2.2.3. La serie de normas CMMI-DEV:2010

El modelo CMMI-DEV (Capability Maturity Model Integration) comprende una colección de buenas prácticas que permiten a las organizaciones mejorar sus procesos mediante técnicas establecidas. De esta manera, su uso proporciona guías que permiten desarrollar productos y servicios orientados a las necesidades existentes.

El modelo CMMI-DEV proporciona una orientación para aplicar las buenas prácticas CMMI en una organización de desarrollo. Las buenas prácticas del modelo se centran en las actividades para desarrollar productos y servicios de calidad con el fin de cumplir las necesidades de clientes y usuarios finales. (CMMI para el desarrollo V1.3 2010, vii).

Como se observa, el CMMI-DEV se orienta a mejorar los productos y servicios prestados, solucionando problemas en los procesos que impiden que las empresas puedan alcanzar un alto desempeño. Su ventaja radica en el enfoque sistemático que concibe a la organización como un todo, por lo que sus propuestas fomentan la integración de sus áreas.

Internamente, su estructura se compone de 22 áreas de procesos, de las cuales 16 conforman una base de gestión, 1 de proceso compartido y 5 de procesos específicos acorde a la actividad cumplida.

Su implementación se caracteriza por integrar las personas, los procedimientos, las herramientas y equipos disponibles. Proporciona una estructura que da paso a modelos que integran las actividades cumplidas, permitiendo que estas brinden soluciones adecuadas.

Su ventaja principal es el detalle y cobertura de gestión la cual incluye procesos de análisis, enfoque de gestión, integración del producto, planificación y aseguramiento de la calidad. Esto permite que las soluciones planteadas se enfoquen a los requisitos existentes, permitiendo apoyar de manera efectiva la gestión interna.

2.2.4. Conjunto de normas internacionales ISO/IEC 29110:2011 Ingeniería de Software - Perfiles de ciclo de vida para pequeñas organizaciones (VSEs)

La norma tiene su especialización en pequeñas empresas con menos de 25 personas. Se busca que éstas se integren con productos de TI de alta calidad que impulsen su crecimiento. A nivel interno, la norma se compone de 6 marcos de referencia que se describen a continuación:

- ISO/IEC 29110-1: Establece los términos del negocio. Se introduce conceptos de procesos, ciclo de vida y estandarización, conformando las bases para una visión de organización en las empresas.
- ISO/IEC 29110-2: Establece procesos de estandarización aplicables a la Ingeniería de Software. Comprende un conjunto de reglas aplicables a la estructura, cumplimiento de funciones y evaluación.
- ISO/IEC 29110-3: Establece los procesos de evaluación. Además, integra normas para disponer de herramientas de control integrando a sus responsables.
- ISO/IEC 29110-4.1: Establece el Grupo de Perfiles Genérico especializado en empresas que no desarrollan software.
- ISO/IEC 20110-5.1.1: Establece el Grupo de Perfiles Genérico aplicable a empresas desarrolladoras de software. (Barafort 2011, 134).

- ISO/IEC 29110-5.1.2: Comprende el perfil básico de trabajo, proporcionando una guía de implementación referente a la administración de la Ingeniería de Software, reduciendo riesgos que puedan presentarse. (Shukor 2011, 94).

Analizando los marcos de referencia expuestos, se observa la intención de la norma, la cual busca integrar a las empresas pequeñas para que éstas puedan disponer de un aprovechamiento efectivo de la TI, elevando sus niveles de competitividad.

2.2.5. La serie de normas COMPETISOFT:2008

Las normas COMPETISOFT buscan incrementar la competitividad de pequeñas y medianas empresas PYMES en el desarrollo de software. Su desarrollo fomenta una cooperación científica y tecnológica en el ámbito Iberoamericano para mejorar la producción de software. De esta manera, establece procesos de evaluación y certificación para impulsar la industria de desarrollo de software.

Su desarrollo atiende los siguientes objetivos:

- Poner a disposición de las PYMES un marco metodológico estandarizado para toda Iberoamérica que permita mejorar la calidad en el desarrollo de software.
- Fortalecer una cultura de procesos, formando investigadores y profesionales que impulsen el mejoramiento de los productos de software creados por las PYMES.
- Buscar implementar procesos comunes en Iberoamérica relacionados a la normalización y certificación de la industria de software.

La norma busca integrar a empresas y profesionales desarrolladores de software para unificar mecanismos que permitan elevar la calidad de sus productos. La utilidad radica en la conformación de comunidades de estudio e investigación que den paso a modelos especializados en relación a las necesidades existentes. Para ello, integran la alta dirección, la dirección media y el área operativa de las empresas para que estas trabajen de manera coordinada y den paso a soluciones de software que mejoren la gestión de sus procesos.

Una de las principales ventajas en su aplicación se basa en disponer de consultorías a cargo de especialistas que ayuden a implementar procesos que permitan desarrollar software de calidad, accesible para las PYMES.

2.2.6. Modelo de madurez de la industria del software de AENOR (MMIS).

El Modelo de Madurez de Ingeniería de Software MMIS fue propuesto por la Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. Su aplicación se enfoca en mejorar la calidad en el desarrollo de software. Proponiendo un modelo reducido basado en: (1) en el modelo de referencia de procesos del ciclo de vida del software propuesto por ISO/IEC 12207:2008; (2) los modelos de evaluación de la capacidad de los procesos y de madurez organizacional propuestos respectivamente por las normas ISO/IEC 15504-2:2008 e ISO/IEC 15504-7:2008; y (3) los requisitos para la auditoria de la norma UNE-EN ISO/IEC 17021. (ver anexo 1)

AENOR consideró importante ofrecer otra opción de certificación de madurez organizacional, más adecuada y accesible a las empresas que conforman la industria de software iberoamericana (con especial atención a las pequeñas organizaciones: empresas con menos de 50 empleados). (..) Permite evaluar y certificar las empresas desarrolladoras de software por medio de niveles de madurez organizacional. (Pino, Piattini y Fernández 2014, 45).

Analizando lo expuesto, su aplicación de manera general tiende a simplificar los procesos relacionados al diseño, desarrollo e implementación de software, proporcionando normativas cuya aplicación establecen direccionamientos que permiten mejorar la calidad de los productos creados.

Su aplicación fortalece la industria de desarrollo de software, fomentando productos accesibles para todo tipo de empresa sin importar su tamaño o actividad. Esto a su vez, permite el aprovechamiento de la tecnología, mejorando la competitividad en los mercados.

La ventaja de su aplicación radica en la disponibilidad de modelos para evaluar la capacidad del proceso de software y para evaluar la madurez organizacional,

estableciendo una visión integral que permite perfeccionar constantemente los procesos internos.

Técnicamente, su utilización establece mecanismos idóneos para que el desarrollo de software adopte estructuras que garanticen su funcionalidad y pueda apoyar a las empresas a alcanzar niveles de mayor eficiencia y productividad.

Su alcance se describe en los siguientes procesos de gestión:

- **Procesos de gestión organizacional:** Permiten gestionar la capacidad de la organización para proporcionar productos de alta calidad que fortalezcan la visión de procesos. Incluye módulos de:
 - Gestión de modelo de ciclo de vida
 - Gestión de infraestructura
 - Gestión de recursos humanos
- **Procesos de gestión de proyectos:** Se enfoca en perfeccionar la ejecución de proyectos, facultando la incorporación de modelos de evaluación que den pasó a productos de calidad. Incluye módulos de:
 - Suministro
 - Planificación de proyectos
 - Evaluación y control de proyecto
 - Gestión de la configuración
 - Medición
 - Gestión de decisión
 - Gestión de riesgos
- **Procesos de ingeniería y desarrollo:** Se enfocan en identificar las necesidades del usuario para desarrollar sistemas que brinden soluciones efectivas, satisfaciendo a la parte interesada. Incluye módulos de:
 - Definición de los requisitos de los implicados (Stakeholders)
 - Análisis de los requisitos del sistema
 - Diseño de la arquitectura del sistema
 - Integración del sistema
 - Análisis de los requisitos del software

- Diseño de la arquitectura del software
- Integración del software
- **Procesos de soporte:** Permiten gestionar la integridad de los productos de trabajo para alcanzar un desarrollo de software de calidad. Incluye módulos de:
 - Gestión de la configuración del software
 - Aseguramiento de la calidad del software
 - Verificación del software
 - Validación del software.

Como se observa, la cobertura de la norma es amplia y se enfoca en generar productos de alta calidad que solucionen problemas de las empresas, permitiendo que estas generen mayor valor en sus procesos.

En entrevista con la Srta. Soledad Chávez, encargada de comercialización de AENOR Ecuador, mencionó que este modelo es del año 2014 y su costo es de \$ 16.80. Este modelo al no ser una norma no se certifica ni en España ni en Ecuador. Desconoce si alguna empresa local ha adoptado este modelo.

2.3. Análisis comparativo

Todas las normas señaladas son importantes y aportan con una visión integral de eficiencia en el desarrollo de software. Su aplicación identifica los procesos inmersos en la operación, diseño, mantenimiento, control e implementación del software. En éstos, se resalta la necesidad de modelos integrales, los cuales no se enfoquen exclusivamente en los procesos operativos de desarrollo, sino también en los administrativos encargados de la planificación e identificación de necesidades de las partes interesadas.

Cada uno de los modelos señalados aporta con criterios específicos acorde a su direccionamiento, en donde se evidencian aspectos de enfoque a tipos de empresas, cobertura y capacidad. De esta manera, existen modelos especializados en pequeñas, medianas y grandes empresas, otros enfocados en los procesos internos como la planificación y control y otros especializados en el valor de calidad y área de desarrollo.

Todos los modelos cumplen objetivos especializados permitiendo mejorar la gestión interna a fin de incrementar la calidad de los productos de tecnología desarrollados.

Al realizar un análisis comparativo, se observa que existen ventajas en cada modelo, que fueron descritas anteriormente, las cuales en su totalidad aportan a la presente investigación a mejorar los procesos en el área de Desarrollo de la Dirección de Informática de la PUCE. Es decir, cada modelo dispone de ventajas que permiten fortalecer el desarrollo de software.

A continuación, se hace una descripción comparativa:

Tabla 3. Análisis comparativo

Atributo	ISO/IEC 12207:2008	ISO/IEC 15504	CMMI-DEV	ISO/IEC 29110	COMPETISOFT	AENOR
Cobertura	Procesos de ciclo de vida del software de la organización	Nivel de Madurez de la empresa y capacidad del proceso de software	Actividades para desarrollar productos y servicios de calidad	Enfocado a las pequeñas empresas con menor de 25 colaboradores	Especializado en las PYMES	Modelo de referencia reducido para el ciclo de vida del software. Modelos para evaluar la capacidad del proceso de software y para evaluar la madurez organizacional
Ventajas / Fortalezas	Facilita la identificación de las fases de gestión dentro del ciclo de vida del software.	Proporciona guías que identifican falencias para orientar el mejoramiento continuo.	Proporciona gran detalle y cobertura de la gestión.	Integra a las empresas pequeñas para que estas puedan disponer de un aprovechamiento efectivo de la TI.	Dispone de varios consultores especialistas que ayuden a implementar procesos para las PYMES.	Dispone de modelos para evaluar la capacidad del proceso de software y para evaluar la madurez organizacional

Atributo	ISO/IEC 12207:2008	ISO/IEC 15504	CMMI-DEV	ISO/IEC 29110	COMPETISOFT	AENOR
Ventajas / Fortalezas	Dispone de una guía integral fácil de seguir, viable para ser ejecutada dentro de toda organización	Permite evaluar los procesos cumplidos a fin de establecer el alcance de las mejoras	Dispone de una guía integral viable para abordar los diferentes ámbitos que se requiere en la empresa.	Se especializa en PYMES lo que genera una orientación en la implementación para este tipo de empresas.	Dispone de marcos de referencia especializados que facilitan la implementación, orientando a las empresas sobre procesos de estandarización y certificación.	Permite conocer el nivel y tendencia del proceso, aspecto que retroalimenta las acciones cumplidas.
Desventajas	Dispone de un enfoque amplio en procesos de comunicación entre las personas inmersas en el ciclo de vida de software.	Abarca los procesos del ciclo de vida del software por lo que genera dificultades la universalización de los atributos pudiendo generar confusión.	Presenta problemas en el enfoque en el servicio necesario en la implementación de las TI.	Tiene un enfoque especializado no permite mayor aplicación en todo tipo de empresas.	Cobertura se direcciona a PYMES quienes pueden acogerse a la norma y obtener el mayor beneficio.	Dispone de referencias aplicables inicialmente al mercado español.

Atributo	ISO/IEC 12207:2008	ISO/IEC 15504	CMMI-DEV	ISO/IEC 29110	COMPETISOFT	AENOR
Desventajas		Dificulta la fijación del ciclo de vida actual de los productos existentes lo que puede generar altos tiempos de implantación.	Ocupa gran ingesta de recursos por lo que puede verse afectada la continuidad en su implementación.			

Fuente: (Piattini, y otros 2015)
Elaboración propia

El estudio comparativo confirma la existencia de modelos útiles que pueden ser aplicados en la PUCE en relación a los objetivos planteados. En este proceso, es importante seleccionar aquel que se considere permitirá disponer de una mejor referencia en el desarrollo de software.

2.4. Definición del modelo propuesto

Para seleccionar el modelo, se procede a cuantificar los atributos de cada uno de éstos en relación a los otros establecidos, aspecto que permitirá tener un criterio más acertado sobre los beneficios en su aplicación.

Tabla 4. **Proceso de ponderación**

Valor	Descripción
3	Alta importancia del proceso para atender los requerimientos de los usuarios
2	Media importancia del proceso para atender los requerimientos de los usuarios
1	Baja importancia del proceso para atender los requerimientos de los usuarios

Fuente: (David 2012, 241)
Elaboración propia

Definido el proceso de ponderación, se establecen los siguientes parámetros comparativos:

- **Cobertura:** Capacidad de atención de los procesos críticos requeridos por el área a fin de implementar el marco de referencia.
- **Accesibilidad:** Nivel de conocimiento u obtención del saber necesario para poder implementar el marco de referencia.
- **Evaluación:** Capacidad de evaluar los resultados implementados a fin de que estos puedan determinar los logros alcanzados y las necesidades pendientes.
- **Especialización:** Ajuste de las necesidades propias del proceso donde se desea implementar el marco de referencia.

Con los atributos establecidos, se procede a realizar la siguiente comparación en base a la experiencia y consideración del autor. Para ampliación de los criterios empleados en la ponderación, revisar anexo 2

Tabla 5. Resultados de la ponderación

Atributo	12207:2008	ISO/IEC 15504	CMMI-DEV	ISO/IEC 29110	COMPETISO FT	AENOR
Cobertura	2	2	3	3	3	3
Accesibilidad	2	2	1	2	3	2
Evaluación	1	2	2	3	1	3
Especialización	3	1	1	1	2	3
Total	8	7	7	9	9	11

Fuente: (Piattini, y otros 2015)
Elaboración propia

Como se puede observar, AENOR en los diferentes atributos evaluados, genera facilidades y beneficios a la empresa, siendo totalmente accesible para su implementación y ajustable a las necesidades internas.

Se considera al modelo propuesto por AENOR (MMIS) como el más apropiado, sustentado en función de las siguientes razones:

- Permite disponer de un modelo específico para el desarrollo de software, aspecto que se enfoca a la necesidad de la investigación.
- Permite establecer bases para futuras certificaciones ISO que permite evaluar el nivel de madurez de la empresa.
- Integra procesos de auditoría especializados en TI.
- Es un modelo económico en relación a los otros identificados.
- Permite establecer un análisis de la capacidad de los procesos y paralelamente de la madurez organizacional.
- Integra modelos de procesos de ciclo de vida del software.
- Mejora la calidad del desarrollo de software en organizaciones que consideran establecer esquemas que pueden ser sujetos a certificación.

Cada uno de los elementos señalados contribuyó a considerar al modelo como idóneo en base a las necesidades actuales existentes. La implementación de un Gobierno Tecnológico da paso al reconocimiento de la importancia que tiene la tecnología en las empresas. Su desarrollo permite una adecuada optimización y uso de la TI, considerándola como un medio que aporta a disponer de una visión de procesos que permita atender de mejor manera las necesidades de las partes interesadas.

El éxito en su gestión determina la adopción de modelos, los cuales al disponer de marcos de referencia se convierten en guías que permiten desarrollar productos de alta calidad. En este sentido, cada modelo integra un conjunto de normas las cuales son especializadas en función de las necesidades que se quiera atender.

Luego de una descripción y comparación de cada modelo, se concluye que el modelo de AENOR guarda una relación directa con las necesidades que se quiere atender. Esto debido a que dispone de una estructura amplia que paralelamente evalúa la capacidad de desarrollo de software y la madurez de la empresa.

Su enfoque se considera proporcionará directrices que permitan mejorar los procesos actuales, enfocando la gestión a buenas prácticas para que los productos desarrollados aporten a los diferentes procesos a cumplir con sus requerimientos y generar valor.

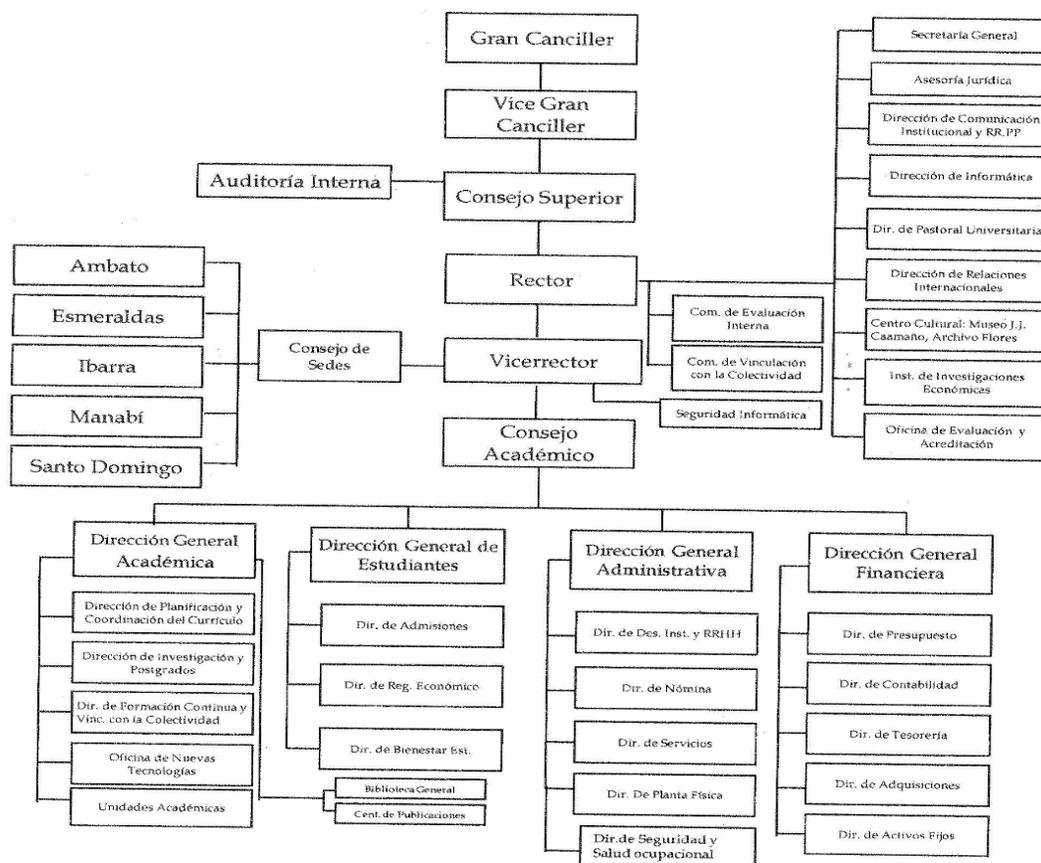
En base a lo mencionado, el desarrollo de software, integra procesos operativos y administrativos que determinan la calidad de los productos desarrollados. Su administración demanda de la conformación de estructuras debidamente apoyadas en normas que mantengan un control interno eficiente e integral.

Capítulo tres. Diagnóstico de la Situación Actual. Caso de estudio

3.1. Estructura organizacional de la PUCE

La estructura orgánica de la PUCE es vertical, manteniendo un sistema jerárquico establecido que determina las responsabilidades internas y competencias de cada una de sus áreas. El máximo organismo institucional interno es el Consejo Superior. Dentro de éste, el Rector es responsable de la planificación de todas las áreas internas. Por otra parte, el Gran Canciller tiene la responsabilidad de posicionar al Rector en sus funciones. Este cargo está alineado a las disposiciones de Roma, encontrándose la PUCE encomendada a la Compañía de Jesús. A continuación, el detalle en la siguiente figura:

Figura 7. Estructura orgánica



Fuente: <http://www.puce.edu.ec/documentos>
Elaboración PUCE

Como se puede apreciar en la Fig. 7, la estructura dispone de áreas de asesoría y apoyo, encargadas de asistir con recursos, metodologías y procedimientos cada una de las acciones internas cumplidas. Dentro de estas se encuentra la Dirección de Informática, la cual es responsable del control y prestación de servicios de TI.

Adicionalmente, dispone de las comisiones internas relacionadas a los procesos de aseguramiento de la calidad, entre las cuales se encuentra la Comisión de Evaluación Interna y Vinculación con la Colectividad. Dentro de este nivel también se encuentra el área de seguridad informática, responsable de la protección de los datos internos y su administración.

Otra área en este nivel es el Consejo de Sedes, responsable de la coordinación de la gestión académica y administrativa en Ambato, Esmeraldas, Ibarra, Manabí y Santo Domingo.

En cuanto a las áreas de gestión, la PUCE cuenta con cuatro direcciones que se describen a continuación:

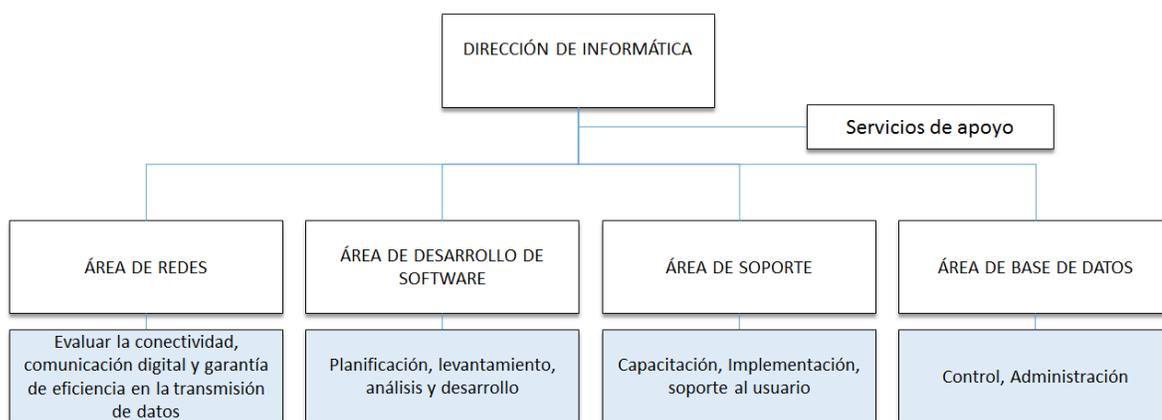
- **Dirección General Académica:** Responsable de la planificación de toda la oferta académica prestada. Además, coordina los procesos de investigación y posgrados. En cuanto a la administración de TI, bajo esta dirección se encuentra la oficina de Nuevas Tecnologías encargadas de la investigación y evaluación de tecnologías para la educación virtual y su posible implementación en la PUCE en relación a sus necesidades.
- **Dirección General de Estudiantes:** Se encarga de todos los procesos que mejoren la calidad de servicios para los estudiantes. Dentro de esta dirección se encuentra la admisión de estudiantes y el bienestar estudiantil.
- **Dirección General Administrativa:** Encargada de los procesos de desarrollo de talento humano, la coordinación de la planta física y servicios, y los procesos de seguridad y salud ocupacional.
- **Dirección General Financiera:** Encargada de la administración del recurso de capital, compuesta por las áreas de presupuestos, contabilidad, tesorería, adquisiciones y administración de activos fijos.

3.2. Estructura organizacional de la Dirección de Informática

La Dirección de Informática de la PUCE depende de manera directa del Rectorado, habiéndose sometido a procesos de mejoramiento constante para brindar servicios eficientes a los interesados internos. En la actualidad, se conforma de las siguientes áreas:

La Dirección de Informática cuenta con cuatro áreas de gestión y una de apoyo. Cada una dispone de actividades que permiten atender las necesidades de la PUCE en la utilización de la tecnología.

Figura 8. Dirección de Informática de la PUCE



Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Las funciones principales de las áreas son:

- **Área de redes:** Responsable de la administración de la infraestructura tecnológica necesaria para garantizar una eficiente conectividad que permita la transmisión de datos y obtener información para que cada una de las áreas pueda desempeñarse de manera efectiva.
- **Desarrollo de software:** Cumple con el proceso de creación de productos informáticos especializados acorde a las necesidades existentes. El proceso tiene lugar por un pedido de nuevos proyectos por no existir alguna aplicación externa que pueda utilizarse. A nivel interno, el área planifica los procesos de desarrollo, incluyendo actividades de levantamiento y análisis para luego dar paso al diseño y ejecución. Además, se encuentra bajo su responsabilidad la ejecución de

pruebas para determinar la utilidad del producto, debiendo desarrollar los manuales técnicos correspondientes.

- **Soporte:** Se encarga de los procesos de asistencia al usuario. Su ámbito de acción incluye la planificación y ejecución de actividades de capacitación, implementación y soporte a fin de que el usuario pueda desenvolverse aprovechando toda la infraestructura tecnológica puesta a su servicio. Dentro de sus responsabilidades se encuentra el desarrollo de manuales operativos para apoyar la gestión del usuario.
- **Base de Datos:** Incluye el control de las bases de datos correspondientes a las aplicaciones y productos tecnológicos existentes. Se incluyen en las responsabilidades del área la administración de las bases de datos que permita garantizar la continuidad, integridad y disponibilidad de información que soporte la toma de decisiones en cada una de las áreas.

La estructura señalada es el resultante de constantes mejoras internas en procura de la calidad del servicio. En la actualidad, cada área dispone de equipos de trabajo específicos que permiten tener una especialización adecuada para solventar los requerimientos de los usuarios mediante la automatización de procedimientos.

3.3. Mapa de procesos de la Gestión de la Tecnología de la Información

Se procede a analizar el mapa de procesos de la gestión tecnológica de la PUCE

Figura 9. Macro proceso Gestión de la Tecnología de Información



Fuente: Macro proceso PUCE – Dirección de Informática
Elaboración propia

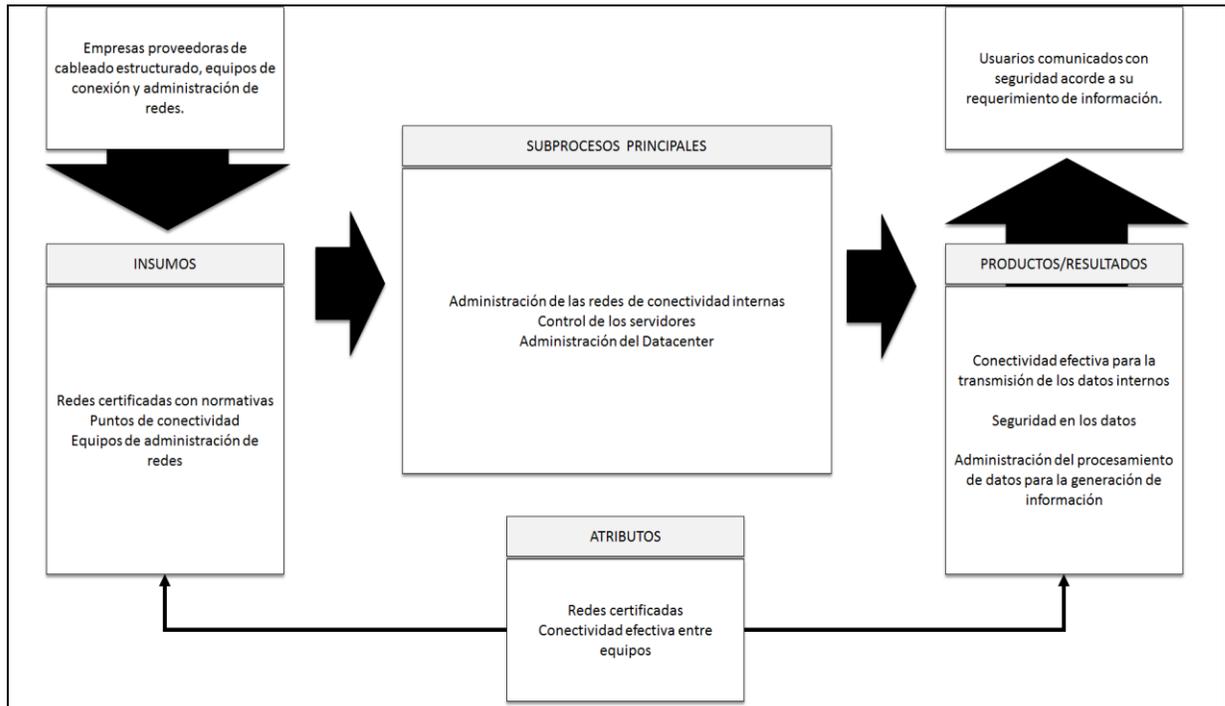
3.4. Procesos de la gestión de tecnología de información

Analizando los procesos, éstos conforman una cadena de servicios estructurada orientada a eliminar la duplicidad de funciones y elevar la eficiencia en el servicio. La estructura actual evita que: el personal interno se desenfoque de sus operaciones, desorganización interna y deficiencias en la prestación del servicio.

Es necesario describir las mejoras implementadas. Éstas como se observa han clasificado las funciones permitiendo que el personal tenga una especialización en su gestión. Anteriormente, el personal era responsable de todo el proceso, lo que concentraba su función en el soporte, descuidando el desarrollo.

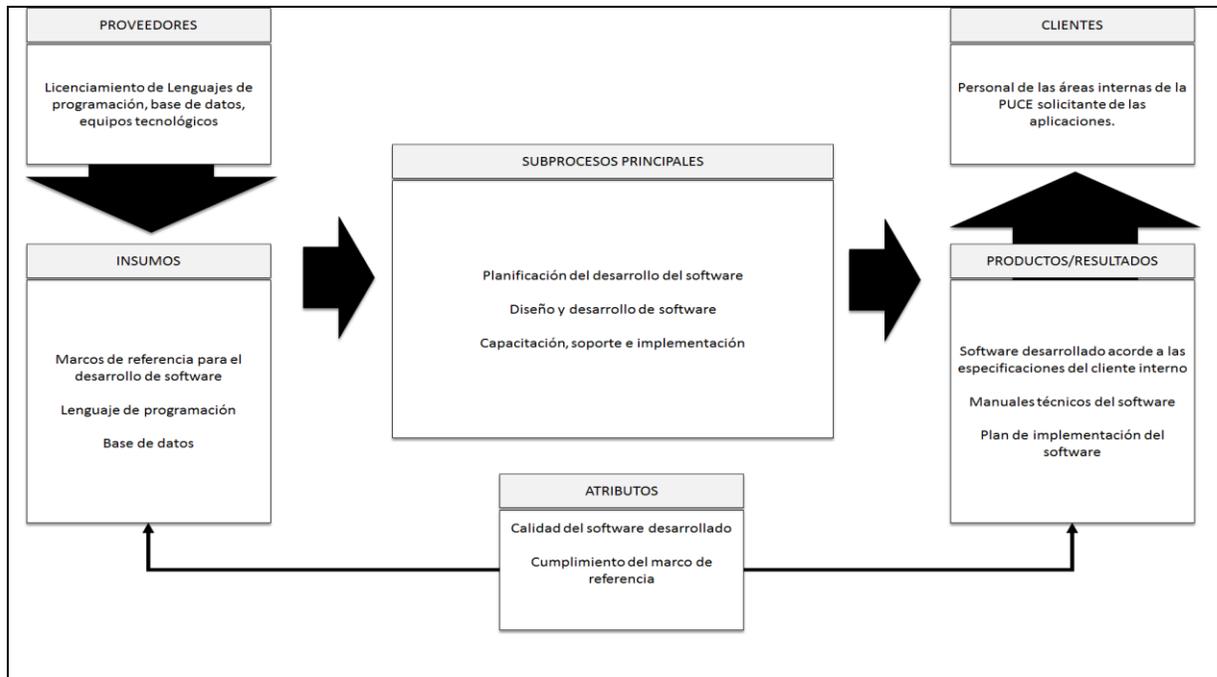
Para disponer de una visión amplia de los procesos actuales, se desciende de nivel del macro proceso a subprocesos. En este caso, el enfoque de la presente investigación se basa en el desarrollo del software, por lo que el enfoque posterior será en este ámbito, buscando su clara identificación. Éstos se detallan a continuación:

Figura 10. **Proceso de Administración de la infraestructura tecnológica y telecomunicaciones**



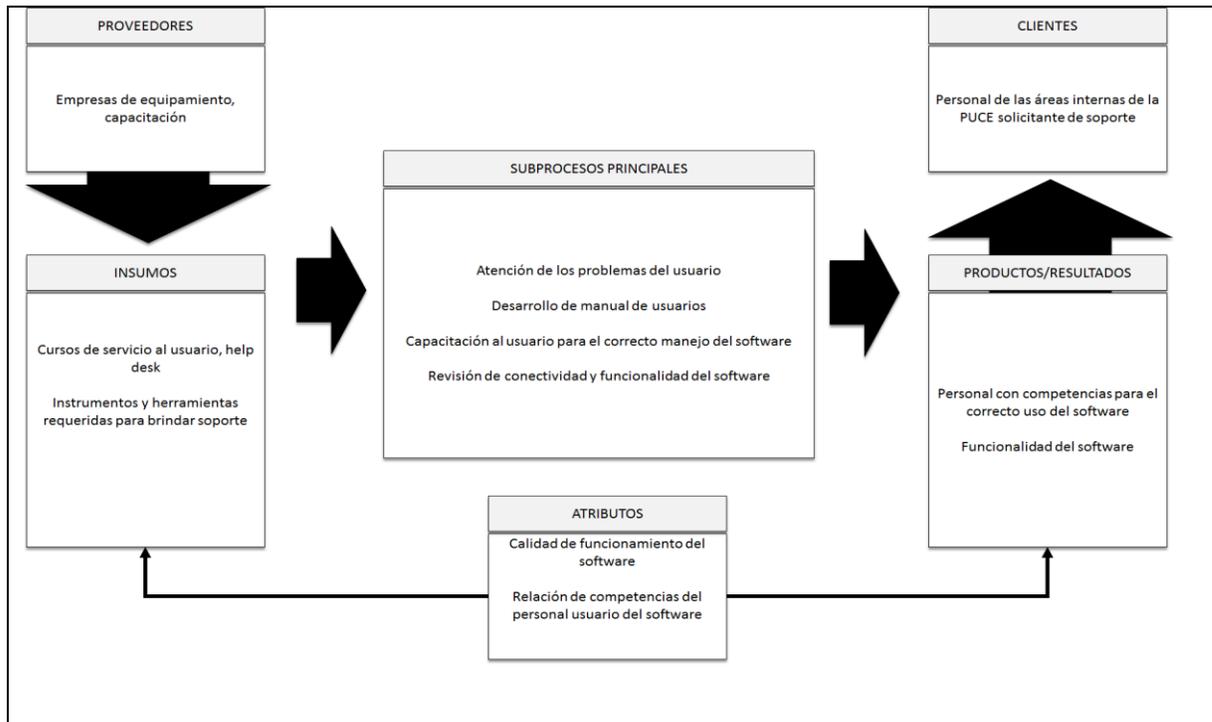
Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Figura 11. **Proceso desarrollo de software**



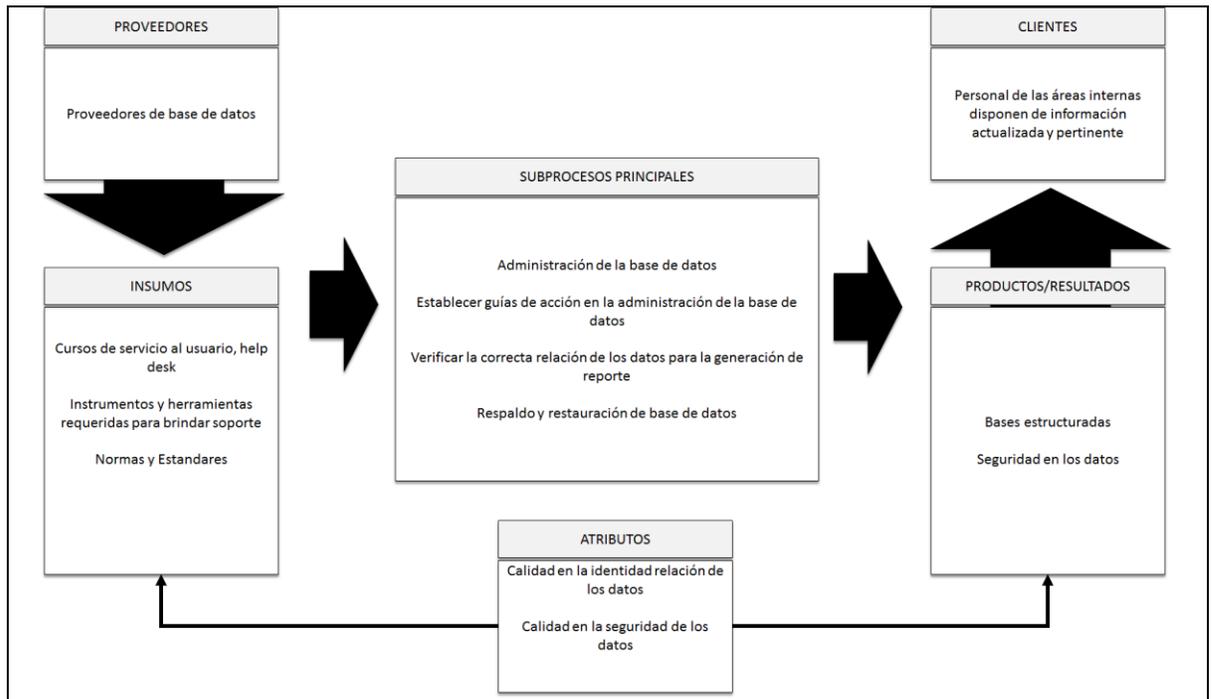
Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Figura 12. Proceso administración de servicios tecnológicos



Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Figura 13. Proceso administración de bases de datos y seguridad lógica



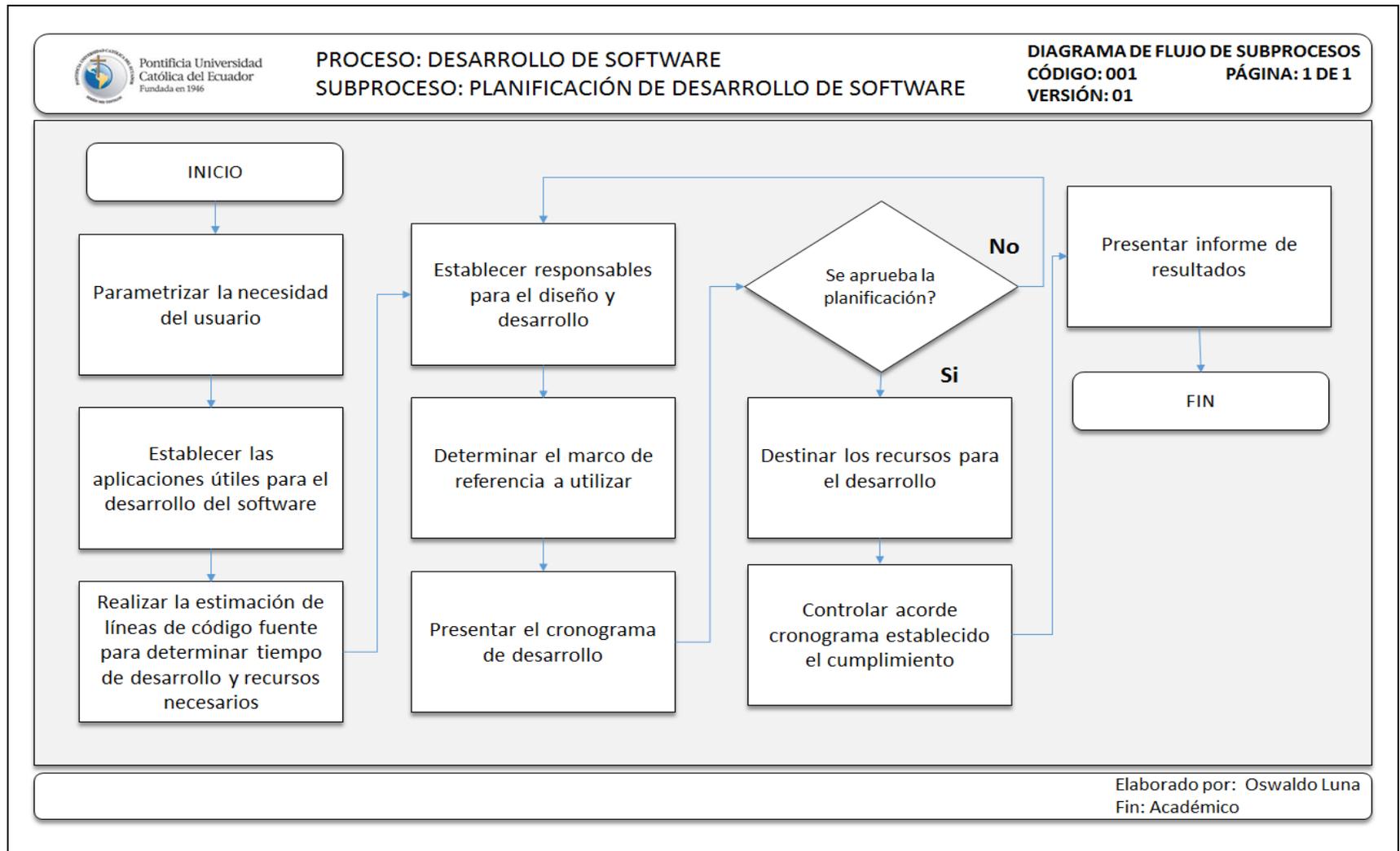
Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

3.5. Subprocesos de desarrollo de software

Definidos los subprocesos de cada proceso, se procede a profundizar el análisis del Desarrollo de Software. Para ello, se procede a descender al nivel de subprocesos

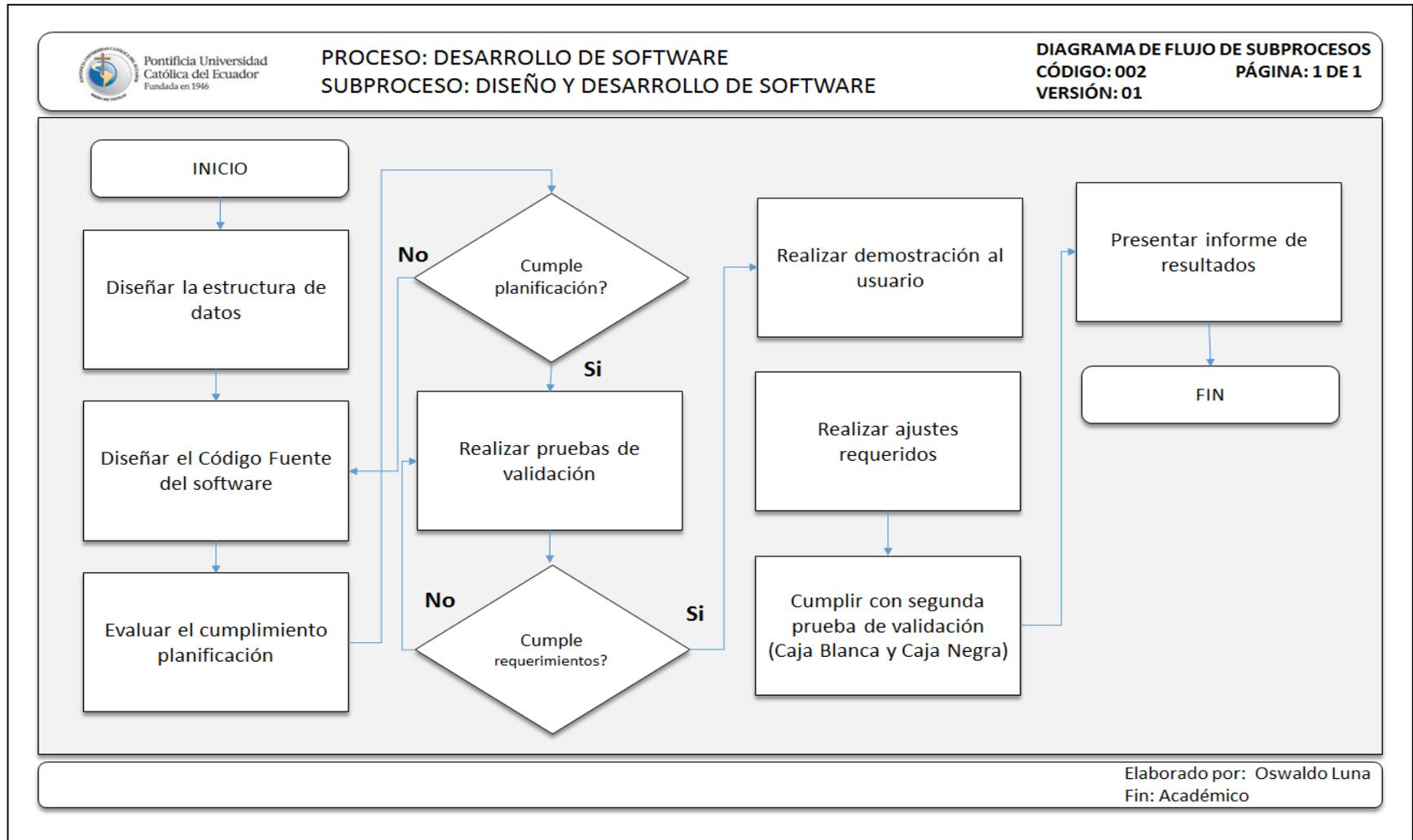
En base a la simbología, se procede a realizar el diagrama de flujo del Desarrollo de Software.

Figura 14. Subproceso: Planificación de desarrollo de software



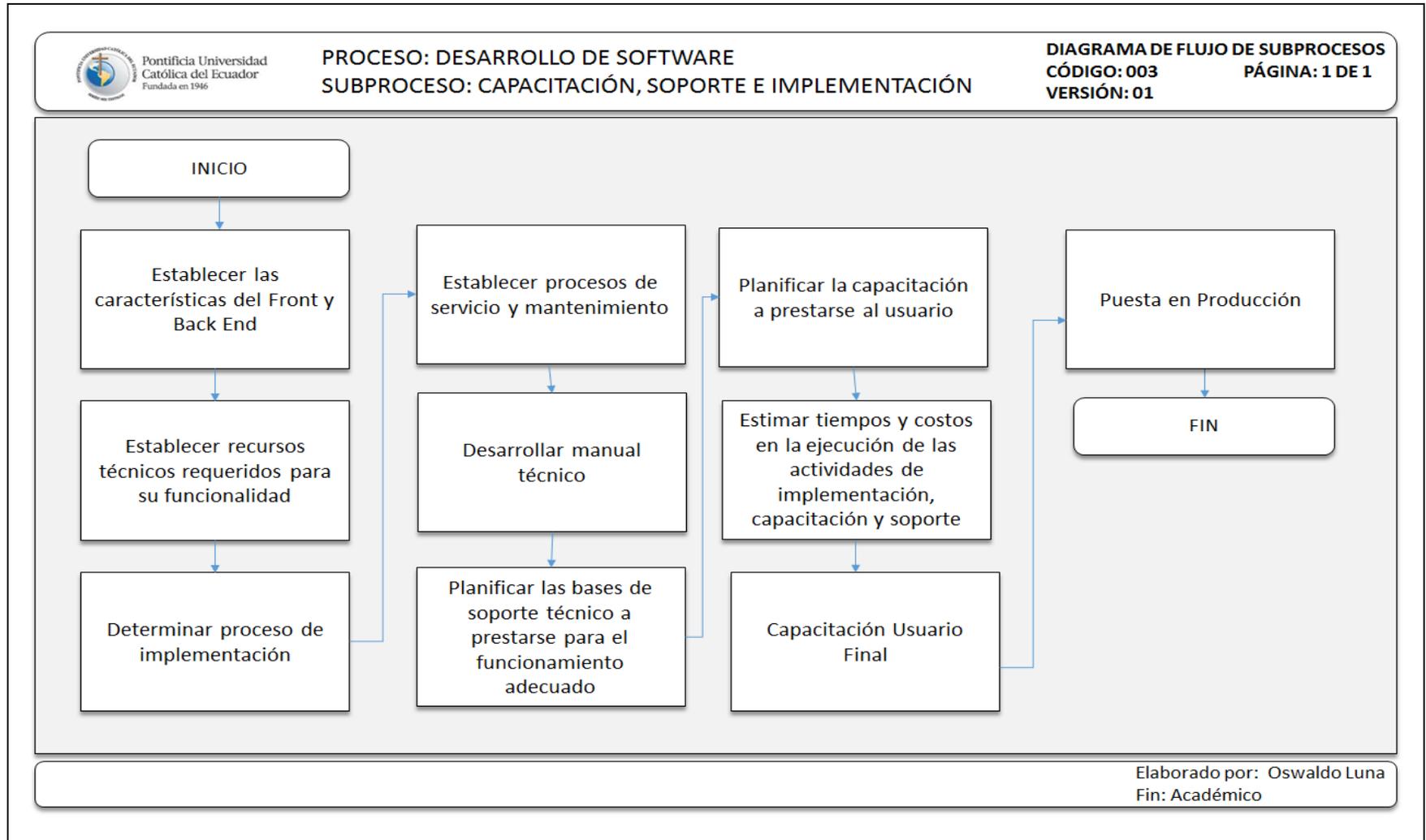
Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Figura 15. Subproceso: Diseño y desarrollo de software



Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

Figura 16. Subproceso: Capacitación, soporte e implementación



Fuente: Documentos internos Dirección de Informática PUCE
Elaboración propia

3.6. Análisis del proceso de desarrollo de software

El número de proyectos de desarrollo que se han atendido en los últimos años muestra que si bien han aumentado los proyectos culminados, no se ha logrado cubrir todos los requerimientos de la institución y deberemos comparar estos datos una vez implemente la propuesta; a continuación se detalla el número de proyectos atendidos completados por año versus los proyectos solicitados:

Tabla 6. **Proyectos cumplidos por año**

Año	Proyectos Culminados	Proyectos Solicitados
2013	12	12
2014	14	15
2015	18	19

Fuente: Informe Rector – área de desarrollo 2015
Elaboración propia

La forma de trabajo actual, no tiene una estandarizada, correcta y completa forma de medir, y evaluar el proceso de desarrollo del software. En base a los proyectos indicados en el cuadro anterior se realizó un levantamiento de información para determinar el estado de situación, el cual refleja los siguientes resultados:

- El 40% de los procesos del área no están debidamente documentados.
- Las aplicaciones desarrolladas son entregadas al usuario final de manera no estandarizada, queda a criterio de cada desarrollador.
- No existe una métrica estandarizada utilizada por todos los desarrolladores para estimar el tiempo que toma un proyecto de desarrollo.
- Existe duplicación de tareas, en al menos el 30% de los procesos actuales.
- El 23 % de las aplicaciones desarrolladas dependen funcionalmente de una sola persona.
- El 80% de los proyectos del área son entregados fuera del plazo establecido en su mayoría debido a problemas con la definición de requerimientos del usuario final.

3.6.1 Análisis de tiempos de desarrollo

El análisis del proceso de desarrollo fue cumplido en base al levantamiento de los 18 proyectos culminados en el año 2015. (Ver Tabla 7). Su ejecución se realizó mediante las técnicas de medición analizadas en la Tabla No.1. Éstas se aplicaron en base al tiempo de incumplimiento o demora en la entrega de los proyectos. A continuación, los resultados:

Tabla 7. **Resultados de la desviación estándar**

Total de horas desarrollo no cumplidas de acuerdo a la planificación	374,00
Desviación Estándar	41,39
Promedio (Horas)	19,68
Rango Mayor	61,07
Rango Menor	21,71

Fuente: Documentos área de desarrollo 2015
Elaboración propia

Los resultados señalan una demora total de 374 horas. El rango en los dieciocho proyectos levantados oscila entre 21 a 61 horas de incumplimiento por software. (Entre 4 a 33 días laborables).

Participan en los proyectos de desarrollo las siguientes personas:

Tabla 8. **Participantes en los proyectos de desarrollo**

Tipo	Cantidad
Especialistas	1
Analistas	4
Diseñador Gráfico	1
Programadores	3
Total Recursos	9

Fuente: Área de desarrollo 2015
Elaboración propia

Los participantes son responsables de la ejecución de cada uno de los proyectos, debiendo evaluar la necesidad y establecer las mejores prácticas para su desarrollo. Éstos actualmente pertenecen a la nómina de la PUCE, trabajando normalmente en las

necesidades existentes. Se puede inferir que la disponibilidad de personal fijo es una ventaja en la medida que permite planificar cada actividad y garantizar el trabajo en las mismas, no existiendo factores externos no controlables.

3.6.2 Análisis de causas

Para desarrollar el análisis de causas se procedió a levantar los principales problemas existentes en el área de desarrollo. Para ello, se formaron dos equipos de trabajo, cada uno conformado por 3 personas, el primer grupo estaba conformado por los funcionarios que hacen el levantamiento de requerimientos y luego se encargan de la implantación del software, mientras que el segundo grupo estaba conformado por los desarrolladores de software propiamente dichos. Como temporalidad del proceso se fijó el estudio para tres meses consecutivos desde el mes de enero del año en curso.

Cada grupo observó los procesos internos y detalló los problemas ocurridos durante su desempeño, permitiendo establecer criterios de problemas con su correspondiente categorización.

Una vez levantados los datos, se los agrupó formando siete categorías que describen su comportamiento. En este caso, estas fueron las siguientes:

- Requerimientos no definidos por el usuario: Implica cobertura de las aplicaciones no sujetas a necesidades por parte del usuario.
- Error en el almacenamiento del registro: Implica daños en el almacenamiento de los datos por falencias en el código fuente.
- Reportes incompletos de la aplicación: Comprende reportes parciales que no permiten al usuario poder retroalimentarse de lo ocurrido en el proceso.
- Fallas en la identidad/relación de los datos: Se basa en errores de diseño de la estructura de datos que impide realizar consultas consolidadas mediante el uso de SQL.
- Mala conexión con la base de datos: Implica definición inadecuada de los ODBC necesarios para conectar las aplicaciones con las bases de datos.

- No aplicación del marco de referencia: Aborda falencias en cuanto al diseño y programación por falta de aplicación de marcos de referencia internos.
- Aplicación no relacionada al pedido del interesado: Establece productos que no generan valor al interesado por lo que su uso es inadecuado, congestionando al proceso.

Definidas las categorías se procedió a cuantificar los resultados, aspecto que permitió identificar la frecuencia de cada uno de éstos. Terminado el proceso, se utilizó Pareto para analizar la priorización de cada problema. A continuación, los resultados:

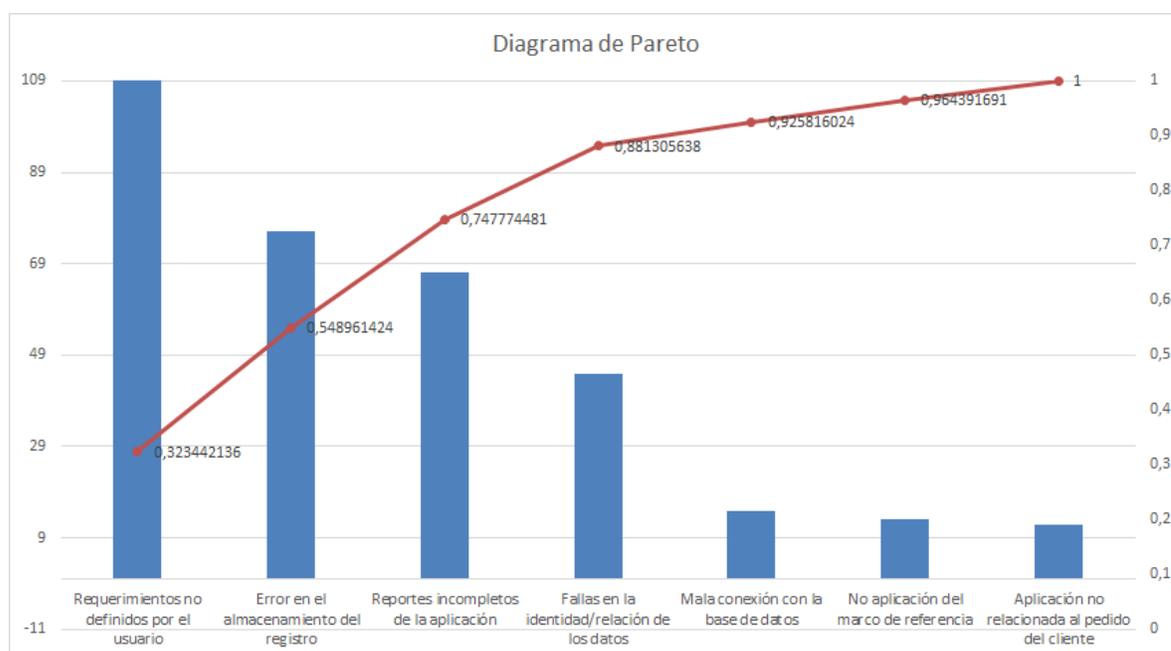
Tabla 9. **Diagrama de Pareto**

Problema	Cantidad	%	Acumulado
Requerimientos no definidos por el usuario	26	23,85%	23,85%
Error en el almacenamiento del registro	25	22,94%	46,79%
Reportes incompletos de la aplicación	18	16,51%	63,30%
Fallas en la identidad/relación de los datos	14	12,84%	76,15%
Mala conexión con la base de datos	12	11,01%	87,16%
No aplicación del marco de referencia	11	10,09%	97,25%
Aplicación no relacionada al pedido del interesado	3	2,75%	100,00%
Totales:	109		

Fuente: Área de desarrollo 2015
Elaboración propia

En el anexo 3, se encuentra el detalle de las incidencias para este análisis de causas.

Figura 17. Diagrama de Pareto



Fuente: Área de desarrollo 2015
Elaboración propia

Analizando los resultados del Diagrama de Pareto se observa que el mejoramiento debe concentrarse en solucionar los siguientes problemas:

- Requerimientos no definidos por el usuario desde el inicio de los proyectos
- Error en el almacenamiento del registro
- Reportes incompletos de la aplicación
- Fallas en la identidad/relación de los datos

Estos representan más del 80% de las falencias que afectan la calidad del producto final obtenido.

3.6.3 Indicadores de evaluación

A continuación se presenta una propuesta de indicadores de evaluación de la calidad, cuyas metas son las esperadas alcanzar por una de las principales partes interesadas en este caso el área de desarrollo de la PUCE.

Tabla 10. Indicadores de evaluación de calidad y parámetros

Indicador	Fórmula	Meta
Porcentaje de Variación del tiempo de desarrollo	$\frac{(\textit{Tiempo real de desarrollo} - \textit{tiempo programado})}{\textit{Tiempo programado}} \times 100$	Demora menor al 20%
Porcentaje de Proyectos cumplidos en el plazo estipulado	$\frac{\textit{Número de proyectos ejecutados}}{\textit{Número de Proyectos Planificados}} \times 100$	Mayor al 90%
Porcentaje de Costo Real vs Costo planificado	$\frac{(\textit{Costo real incurrido} - \textit{Costo Planificado})}{\textit{Costo planificado}} \times 100$	Menor al 5%
Calidad en desarrollo	$\frac{\textit{No. Errores}}{\textit{No errores Planificado}} \times 100$	Menor a los determinados en el estudio de Pareto.

Fuente: Área de desarrollo 2015
Elaboración propia

Los indicadores deberán ser calculados una vez implementadas las mejoras en los procesos de desarrollo de software.

En resumen, el estudio de la estructura organizacional de la PUCE permitió ubicar a la Dirección de Informática, evidenciando su importancia y aporte a la productividad y mejoramiento del desempeño institucional.

El análisis de procesos, permitió focalizarse en las actividades actuales propias del desarrollo de software, mismas que mediante la evaluación descriptiva realizada, se

reveló comportamientos fundamentales para el mejoramiento de procesos basado en las buenas prácticas.

En este sentido, se pudo establecer parámetros de tiempo y costo de desarrollo marcando correlaciones que orientarán el mejoramiento. Adicionalmente, mediante Pareto se establecieron los errores de mayor impacto y afección a la calidad interna, mismos que deben ser sujetos de mejora y que provocarán un cambio radical en el desempeño de las diferentes áreas.

También los estudios de desviación establecieron rangos de comportamiento que permiten disponer de parámetros de evaluación del mejoramiento, entendiendo que las acciones a implementarse deberán incidir en una reducción de tiempos de gestión y aumento de productividad.

Con respecto a este último punto, mediante la proyección lineal y exponencial realizada, se pudo formular escenarios futuros en función de las condiciones actuales, mismas que se convierten en parámetros para determinar el nivel de mejoría. En este caso, se debe incrementar la capacidad y la calidad en función a la eliminación de los errores determinados.

Conforme los análisis cumplidos, se pudo establecer indicadores específicos acompañados de parámetros de calidad que permiten orientar el proceso de mejoramiento requerido.

Capítulo cuatro. Aplicación de la propuesta

4.1 Propuesta del modelo para el caso de estudio

Tomando como referencia a AENOR, la presente propuesta plantea un modelo para el área de desarrollo de software de la PUCE, buscando que su implementación permita disponer de procesos de alto rendimiento y eficiencia apoyados por sistemas de gestión de calidad que permitan un mejoramiento continuo de sus procesos.

4.1.1 Estructura del modelo propuesto

En función de los procesos actuales del área de desarrollo de software, se ha considerado establecer un modelo que resuelva los problemas establecidos en el diagrama de Pareto y permita garantizar el desarrollo de un software alineado a los requerimientos de los usuarios.

Los parámetros de desarrollo plantean un cambio radical para el desarrollo de software que simplifique los procesos internos y den una solución definitiva a los problemas encontrados. En función del modelo de Deming analizado anteriormente, la propuesta se conforma de las siguientes actividades:

Figura 18. Estructura de la propuesta



Fuente: el autor
Elaboración propia

Como se puede observar, la propuesta planea intervenir en cinco áreas de gestión. Las cuatro primeras corresponden a la mejora de los procesos actuales, buscando que éstos sean más efectivos y eviten que se presenten los problemas levantados. El último busca mejorar el control basado justamente en las especificaciones de AENOR.

4.1.2 Descripción del modelo propuesto

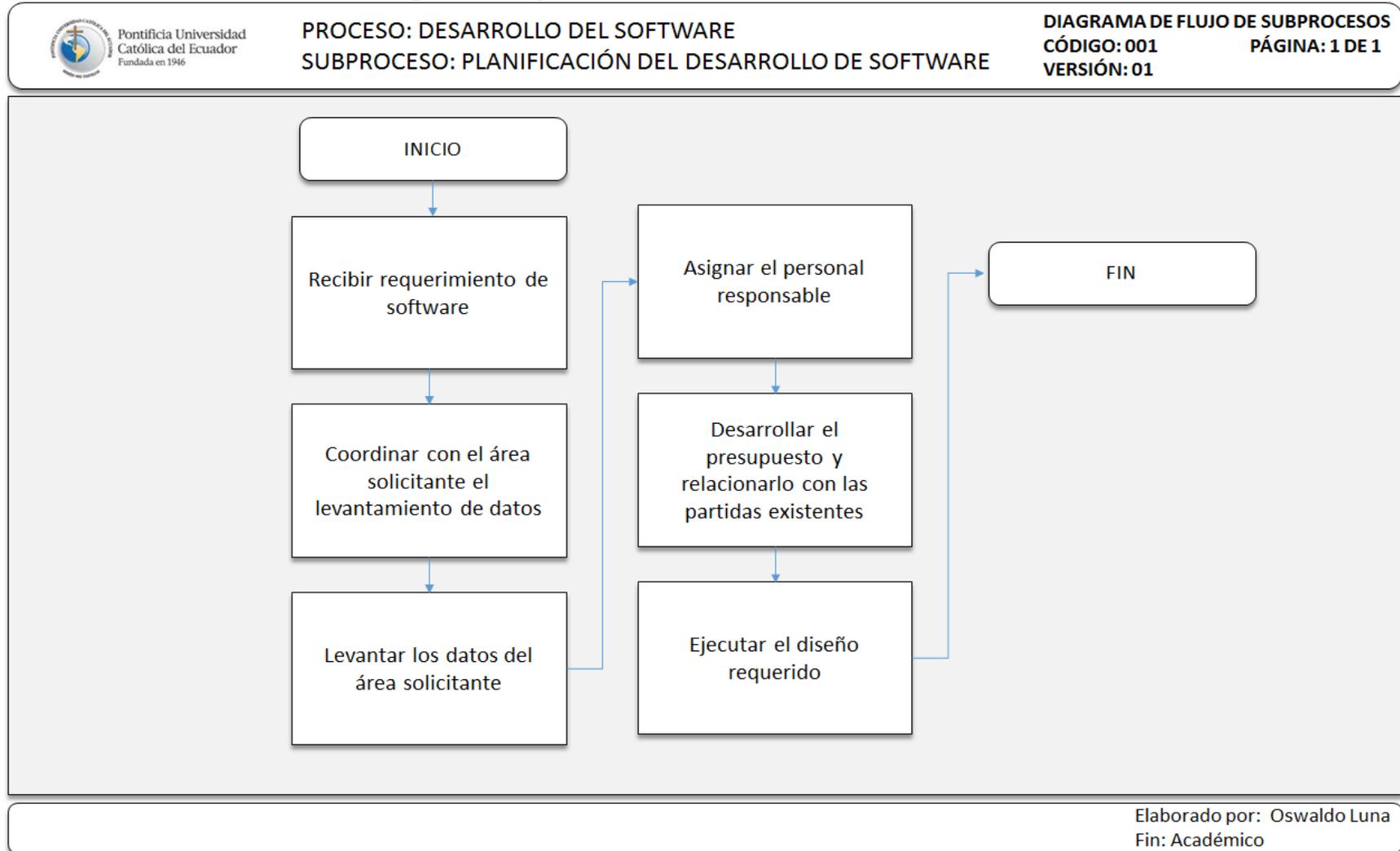
Definida la estructura, se procede a actuar, estableciendo el diseño de las actividades en cada uno de los procesos. Los parámetros utilizados para su desarrollo se fundamentan en la solución a los problemas recurrentes planteando las siguientes alternativas:

- **Requerimientos no definidos por el usuario:** Es fundamental realizar un análisis estructurado de las necesidades de los usuarios a fin de establecer soluciones efectivas, evitando desperdicio de tiempo y recursos.
- **Error en el almacenamiento de recursos:** Es fundamental que el diseño de la base de datos se ampare en normativas AENOR para evitar problemas de ingreso y registro.
- **Reportes incompletos:** Se debe disponer de diseños que permitan generar información clara, precisa y confiable al usuario.

Los problemas señalados pueden ser superados con procesos prácticos, efectivos y generadores de información que oriente el diseño de software. Además, las actividades deben soportarse con instrumentos propios del modelo AENOR.

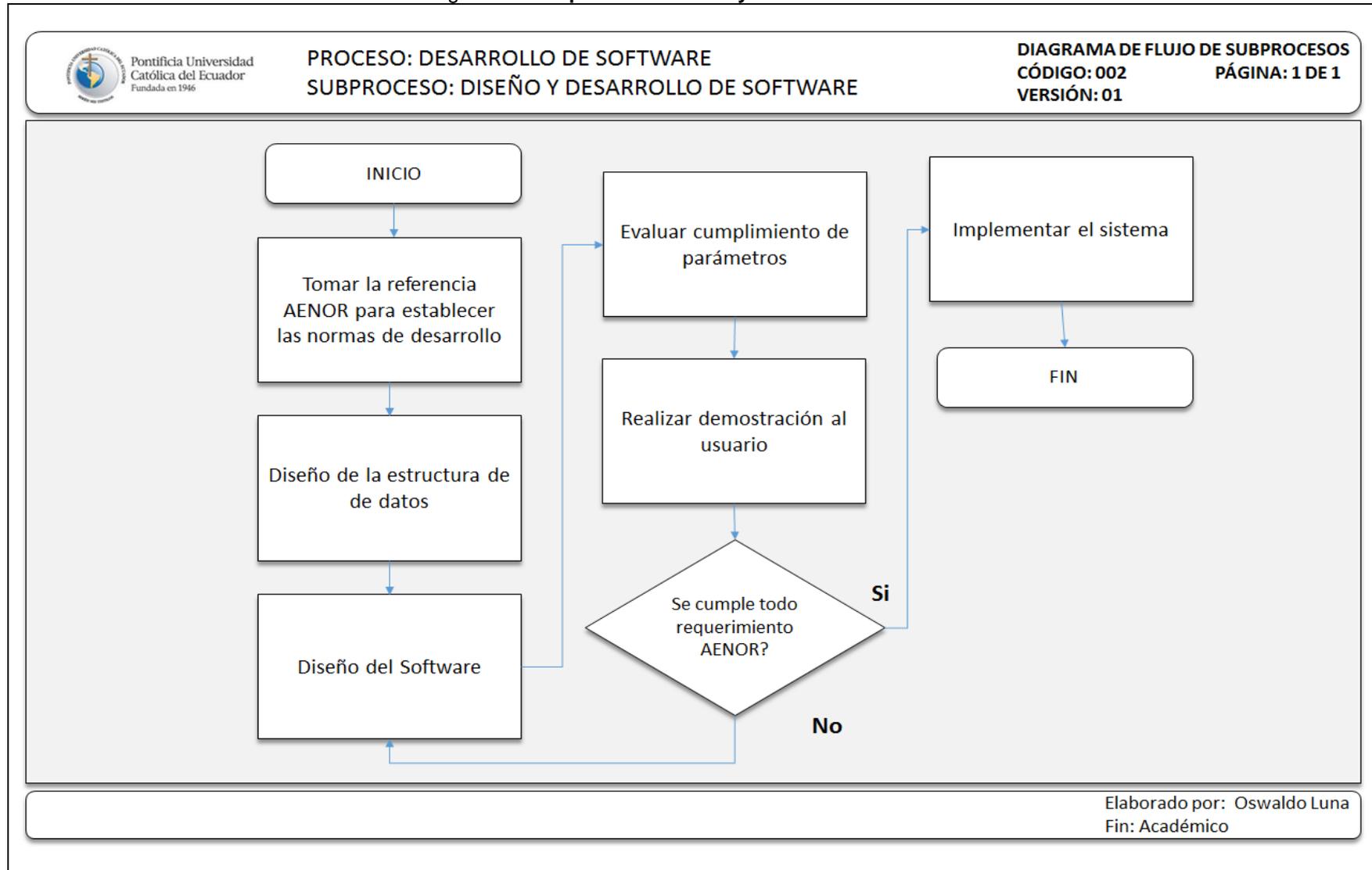
Conforme lo expuesto, la propuesta está compuesta por los siguientes flujogramas basados en el nivel de “Desarrollar” de Deming. A continuación, los resultados:

Figura 19. Subproceso: Planificación de desarrollo de software



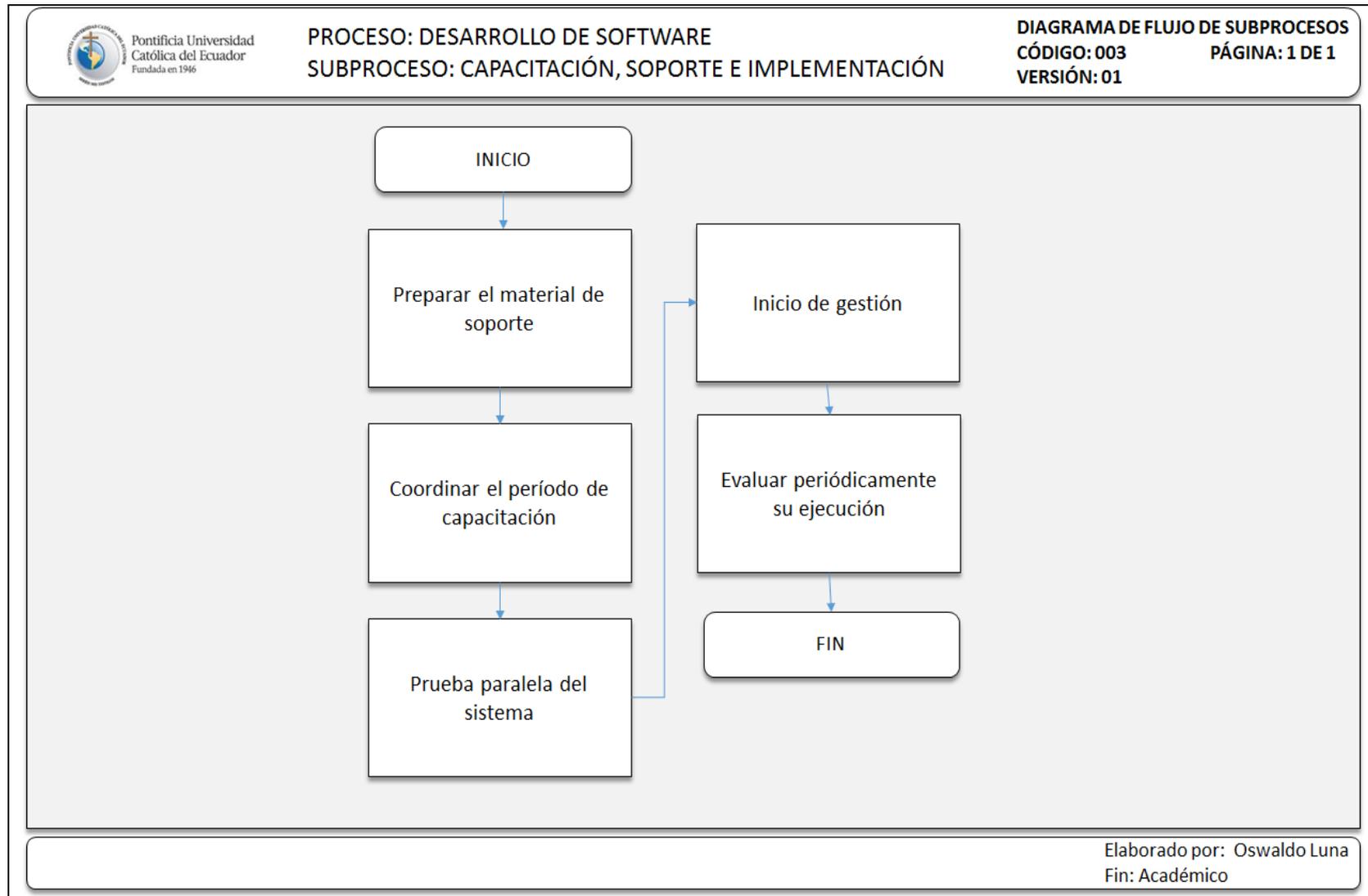
Fuente: el autor
Elaboración propia

Figura 20. Subproceso: Diseño y desarrollo de software



Fuente: el autor
Elaboración propia

Figura 21. Subproceso: Capacitación, soporte e implementación



Fuente: el autor
Elaboración propia

Los procesos planteados simplifican la acción de desarrollo. A diferencia de los actuales, éstos al estar sustentados en un marco de referencia pueden ser diseñados, evaluados, implementados y ajustados en función de los parámetros de AENOR, lo que facilita su desarrollo. Es así como en la figura 23 se puede encontrar el gráfico correspondiente al subproceso de la gestión de la calidad.

Por lo anteriormente mencionado, es fundamental establecer un control de calidad que se propone cumplirlo de la siguiente manera:

- **Módulo A1.-** Evaluación de la capacidad de los procesos de desarrollo: Se enfocará en las prácticas de gestión necesarias a incorporar para que el desarrollo del software sea efectivo y responda a las necesidades de los usuarios, permitiendo que los procesos sean efectivos.
- **Módulo A2.-**Evaluación de la madurez organizacional: Se enfocará en la ejecución de los procesos internos que van a ser apoyados con el desarrollo de software, garantizando productos que respondan a las necesidades existentes.
- **Módulo B1.-**Referencia del Ciclo de Vida: Se enfoca en el diseño y desarrollo de software alineado a las necesidades de las áreas de la PUCE:
- **Módulo B2.-** Auditoría: Se enfoca en la auditoría permanente de los módulos propuestos para determinar los niveles de calidad alcanzados y establecer un mejoramiento continuo. Para una mejor comprensión, se describe los módulos de control amparados en el marco de referencia AENOR. (Ver Anexo No.1). A continuación, la descripción del control

Módulo A1.- Evaluación de la capacidad de los procesos de desarrollo

Atendiendo a la norma AENOR, se han definido tres niveles para la determinación de la capacidad del proceso de desarrollo. Éstos identifican las prácticas de gestión a ser aplicadas en función de los atributos que deben participar en los diferentes procesos de desarrollo.

A manera de aporte y especialización en las necesidades de las áreas de la PUCE sobre cada nivel se han establecido atributos especializados y propios a ser aplicados en la institución. Estos son los siguientes:

Tabla 11. Niveles de capacidad y atributos definidos para la PUCE

Nivel de capacidad	Atributos del proceso
Nivel 1-Proceso realizado	AP.1.1. Atributos de la realización del proceso
Nivel 2-Proceso gestionado	AP.2.1. Atributos de la gestión de la realización AP.2.2. Atributo de la gestión de productos de trabajo.
Nivel 3-Proceso establecido	AP.3.1. Atributo de la definición del proceso AP.3.2. Atributo de despliegue del proceso

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 50)
Elaboración propia

Los atributos en cada nivel definidos son:

Tabla 12. Atributos propuestos Nivel 1- Proceso realizado

Id.	Atributo	Alto	Medio	Bajo	Nulo
		3	2	1	0
AP.1.1.001	Alcance del propósito definido en el desarrollo del software				
AP.1.1.002	Solución de los problemas que demandaron el desarrollo del software				
AP.1.1.003	Alcance de los resultados esperados en el proceso en donde fue aplicado el software desarrollado				

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 51)
Elaboración propia

Tabla 13. Atributos propuestos Nivel 2 - Proceso gestionado

Id.	Atributo de la gestión de realización	Alto	Medio	Bajo	Nulo
		3	2	1	0
AP.2.1.001	Identificación de los objetivos que determinaron el desarrollo del software				

Id.	Atributo de la gestión de realización	Alto 3	Medio 2	Bajo 1	Nulo 0
AP.2.1.002	Cumplimiento de la planificación señalada en el desarrollo del software				
AP.2.1.003	Nivel de ajuste de los procesos para satisfacer las necesidades de las áreas donde se implementó.				
AP.2.1.004	Nivel de comunicación logrado a los responsables del proceso.				
AP.2.1.005	Existencia de los recursos para el cumplimiento del proceso.				
Id.	Atributo de productos de trabajo	Alto 3	Medio 2	Bajo 1	Nulo 0
AP.2.2.001	Nivel de determinación de los requisitos del trabajo del proceso				
AP.2.2.002	Nivel de determinación de la documentación de los requisitos del trabajo del proceso				
AP.2.2.003	Nivel de control de los requisitos del trabajo del proceso.				
AP.2.2.004	Nivel de cumplimiento del producto resultante en base a lo planificado.				

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 52)

Elaboración propia

Tabla 14. Atributos propuestos Nivel 3 - Proceso establecido

Id.	Atributo de la definición del proceso	Alto 3	Medio 2	Bajo 1	Nulo 0
AP.3.1.001	Nivel del proceso definido en base a guías de desarrollo				

Id.	Atributo de la definición del proceso	Alto 3	Medio 2	Bajo 1	Nulo 0
AP.3.1.002	Nivel de determinación de procesos sistemáticos, lógicos y ordenados.				
AP.3.1.003	Nivel de distribución de funciones y responsabilidades al personal a cargo				
AP.3.1.004	Nivel de acceso a la infraestructura y recursos requeridos para el desarrollo				
AP.3.1.005	Nivel de definición de los métodos de desarrollo.				
Id.	Atributo del despliegue del proceso	Alto 3	Medio 2	Bajo 1	Nulo 0
AP.3.2.001	Nivel de comunicación de las funciones asignadas a los responsables.				
AP.3.2.002	Nivel de preparación acorde a las necesidades del personal.				
AP.3.2.003	Nivel de levantamiento de los datos para el diseño efectivo.				
AP.3.2.004	Nivel de análisis de los datos para el diseño efectivo				

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 53)
Elaboración propia

Los atributos establecidos permitirán establecer un lineamiento efectivo entre las necesidades requeridas por los usuarios de las áreas con los procesos de desarrollo. Como se observa estos integran los recursos e infraestructura requerida para que los productos finales dispongan de parámetros de calidad evidenciados en el servicio prestado.

Módulo A2.- Módulo de evaluación de la madurez organizacional

El nivel de madurez va ligado al cumplimiento de los atributos establecidos.

Su desarrollo evaluará los procesos internos conformando una matriz que permitirá determinar la madurez actual del proceso. En este caso, se adaptaron los procesos conforme los estudiados anteriormente para que el marco de referencia sea especializado en la PUCE.

Tabla 15. **Niveles de Madurez**

Nivel	Procesos	Cumplimiento Nivel (Alto)
Madurez 1 (Básica)	Procesos de autorización Procesos de levantamiento de necesidades Procesos de análisis de datos Procesos de suministro Procesos de infraestructura Procesos de decisión Procesos de planificación del proyecto	AP.2.1. AP.2.2.
Madurez 2 (Media)	Procesos de diseño del software Procesos de arquitectura Procesos de integración del software en las áreas demandantes	AP.2.1. AP.2.2. AP.3.1 AP.3.2
Madurez 3 (Alta)	Procesos de evaluación Procesos de verificación Procesos de riesgo	AP.1.1. AP.1.2. AP.2.1. AP.2.2. AP.3.1 AP.3.2

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 54)
Elaboración propia

La propuesta establecida realiza modificaciones a la norma AENOR manteniendo su estructura. Éstas son un aporte que permitirá una mejor especialización de los procesos de desarrollo alcanzando sólidas estructuras para el mejoramiento continuo basado en buenas prácticas.

La propuesta plantea tres instancias de madurez; la primera basada en los procesos de estudio que permitan identificar las necesidades de las partes interesadas y superar los problemas identificados sobre este campo. Su desarrollo parte de la evaluación de los atributos los cuales se exigirá cumplan con un alto nivel de calidad (Puntaje 3). A diferencia de la norma AENOR, ésta se limita a evaluar su cumplimiento, no estableciendo categorías, aspecto que en la propuesta permitirá aplicar elementos descriptivos de calidad como Pareto, Desviación Estándar, proyecciones, entre otros. Éstos fueron utilizados en el diagnóstico permitiendo la formulación de indicadores de evaluación,

La segunda instancia, Nivel de Madurez 2, se basa en el diseño y arquitectura de software. En ésta se incluyen los atributos del nivel de madurez 1 y se adicionan los referentes a los correspondientes a la definición y despliegue del proceso. Su incorporación permitirá no sólo disponer de los recursos sino garantizar que estos se encuentren preparados para responder a las necesidades de los usuarios interesados. Su determinación parte de un concepto de buena práctica en donde la ejecución se realizará sólo si se dispone de un equipo y recursos requeridos debidamente planificados.

La tercera instancia, Nivel de Madurez 3, se fundamenta en el acatamiento de los procesos de planificación establecidos y la disponibilidad de productos que satisfagan plenamente las necesidades de los interesados. Este nivel marca un desarrollo adecuado y un aporte mediante el desarrollo de software a la ejecución de calidad de los procesos internos demandantes de tecnología. Su evaluación se basará en función de todos los atributos planteados, mostrando una buena práctica de cada uno de los lineamientos establecidos.

Definidos los procesos, la madurez en cada nivel se basará en relación a la evaluación de cada proceso, en relación al estado de cada atributo. El mecanismo de cálculo propuesto se determinará en función de los siguientes parámetros:

Tabla 16. Interpretación del nivel de madurez

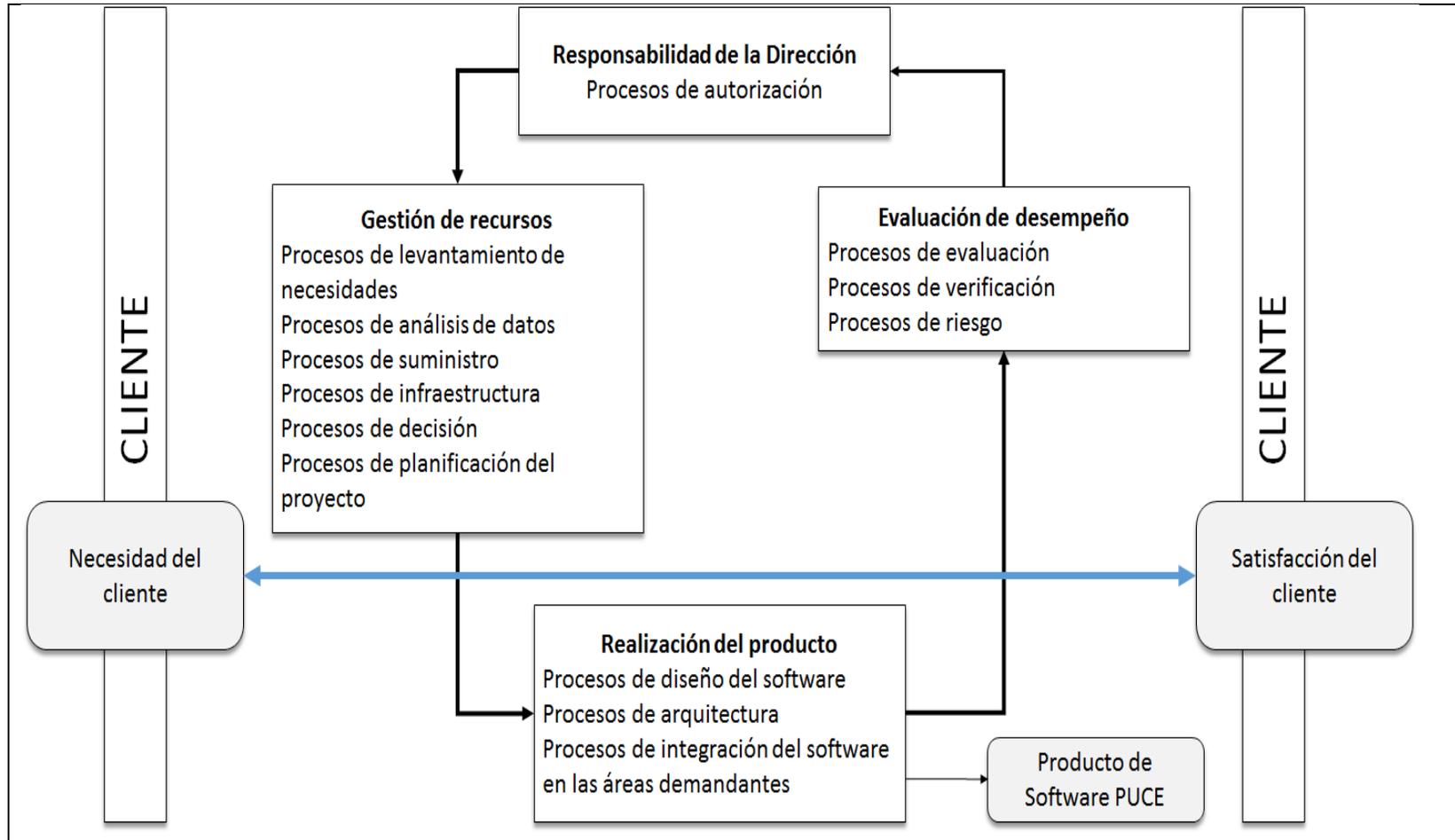
Nivel de Madurez Organizacional	Descripción
Entre 0 a 1	Inmaduro. No existe una implementación efectiva de los procesos. Nivel 1
Entre 1 a 2	Básico. Existen procesos básicos en el desarrollo de software. Nivel 2.
Entre 2 a 3	Gestionado. Existen procesos determinados y respaldados con recursos para el desarrollo de software. Nivel 2.
3	Establecido. Efectivo cumplimiento de los procesos de desarrollo. Nivel 3.

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 49)
Elaboración propia

Módulo B1.- Módulo de referencia del ciclo de vida del software

El ciclo de vida del software guarda relación con los atributos y madurez evaluados. Éstos integran los diversos procesos propuestos en una estructura cíclica que debe ejecutarse de manera integrada y que incluyen los procesos de desarrollo necesarios para obtener un software de calidad. Su diseño parte de las necesidades de los interesados y termina con su satisfacción. A continuación, el diagrama propuesto que se basa en el sistema de la gestión de la calidad de la norma internacional ISO 9001:2008.

Figura 22. Ciclo de vida del software



Fuente: Modelo de referencia del ciclo de vida del software (Pino, Piattini y Fernández 2014, 55).
Elaboración propia

El ciclo de vida del software parte de la responsabilidad de la dirección para la ejecución de los procesos necesarios que permitan disponer del producto. Integra la gestión de los recursos necesarios para su desarrollo, la realización y evaluación permanente que permita determinar el nivel de satisfacción alcanzado. El proceso no termina con la implementación, la evaluación continua y se enfoca en garantizar que el proceso sea ágil y adecuado a las necesidades de las partes interesadas.

El proceso de mejoramiento surge del ciclo de vida propuesto. Su desarrollo permitirá establecer continuas mejoras a los procesos apoyados en tecnología para que las partes interesadas puedan desempeñarse de mejor manera. Es decir, la gestión de buenas prácticas no solo se ejecutará por pedido de los interesados sino también por la identificación de sus necesidades y la constante generación de alternativas que le permitan elevar la calidad de su gestión.

Lo expuesto, confirma que la propuesta no será reactiva sino proactiva. Su ejecución buscará permanentemente medios para incrementar la eficiencia de los procesos, elevando la productividad y calidad. Su diseño contribuirá al crecimiento de la PUCE fortaleciendo el aseguramiento de la calidad académica y administrativa.

Módulo B2.- Módulo de auditoría

La auditoría no se enfoca conforme indica AENOR en la certificación de la norma. Se ha considerado de mayor utilidad establecer procesos de control internos que permitan identificar las necesidades de las partes interesadas en cada uno de los procesos. Su desarrollo parte de las técnicas de evaluación, verificación y riesgo determinados en el ciclo de vida.

- **Evaluación:** Su función será determinar el nivel alcanzado en la capacidad y madurez acorde la revisión de los atributos establecidos en los procesos establecidos.
- **Verificación:** Calificación de la evaluación en los niveles de madurez propuestos. Su desarrollo establecerá áreas críticas existentes para que se gestionen procesos de mejora continua.

Riesgo: Su función se basa en análisis del entorno que establezca riesgos que puedan afectar los productos de software desarrollados. Las acciones para abordar riesgos y oportunidades aparecen en la nueva versión de ISO 9001:2015. Cada uno de los niveles establecidos proporcionará una retroalimentación efectiva que permita superar las necesidades de las partes interesadas, elevando su productividad y desempeño.

- **Procesos de evaluación**

Como propuesta de evaluación se establece que el cálculo de la madurez y capacidad acorde los atributos y niveles establecidos sea realizado mediante la ejecución de un proceso descriptivo, apoyado en técnicas matemáticas conforme se mostró en el diagnóstico presentado. Su desarrollo se cumpliría en función de los siguientes pasos:

- Levantar los atributos por proceso acorde a la capacidad y madurez establecido y a los niveles de madurez.
- Calcular la desviación estándar de los resultados.
- Calcular los rangos mayor y menor en base a la desviación estándar
- Interpretar los datos en base a la tabla propuesta
- Presentar los resultados de capacidad y madurez.

El proceso entregará el nivel de madurez del software en función de la capacidad obtenida, estableciendo las necesidades de mejora.

- **Proceso de verificación**

Cuantificados los resultados, es importante interpretarlos a fin de que se evidencien falencias que orienten los procesos de mejoramiento. Para ello, se ha considerado establecer un sistema de semáforo que mediante colores permita visualizar los resultados.

Tabla 17. **Sistema semáforo**

Nivel	Interpretación
	Calidad Baja. Nivel de inmadurez.
	Calidad Media. Nivel Básico y Gestionado.
	Calidad Alta. Nivel Establecido

Fuente: el autor
Elaboración propia

El cálculo realizado será ejecutado en función de cada proceso en base al nivel de madurez. De esta manera, los resultados serán específicos describiendo debilidades internas que afecten los niveles de calidad. En consecuencia, se deberá presenta un informe de madurez por proceso, como se describe en el siguiente ejemplo:

Tabla 18. Ejemplo de presentación de los resultados de verificación

Nivel	Procesos	Rango Menor	Rango Mayor
Madurez 1 (Básica)	Procesos de autorización	1,45	2,5
	Procesos de levantamiento de necesidades	0,4	1
	Procesos de análisis de datos	0,1	0,45
	Procesos de suministro	0,1	0,2
	Procesos de infraestructura	1,3	2,2
	Procesos de decisión	1,4	2,4
	Procesos de planificación del proyecto	2,1	2,8
Madurez 2 (Media)	Procesos de diseño del software	2,3	3
	Procesos de arquitectura	3	3
	Procesos de integración del software en las áreas demandantes	0,1	1,1

Nivel	Procesos	Rango Menor	Rango Mayor
Madurez 3 (Alta)	Procesos de evaluación	1	1,2
	Procesos de verificación	1,2	2,5
	Procesos de riesgo	1,03	2,3

Fuente: el autor
Elaboración propia

El proceso de verificación se debe complementar con el uso de indicadores. Esto, como se determinó, será el resultado de los análisis propios que se ejecuten a los procesos internos de los involucrados en el desarrollo y uso del software. El uso de indicadores no se encuentra en AENOR, no obstante, se considera debe ser aplicado para tener una visión más amplia de la calidad que permita ejecutar programas de mejoramiento efectivo.

- **Proceso de evaluación de riesgo**

Este proceso se enfocará en ámbitos externos al desarrollo de software, pero que inciden en la calidad. Para su evaluación se propone el siguiente marco de referencia.

Tabla 19. **Proceso de evaluación del riesgo**

Código	Atributo	Riesgo	Riesgo	Riesgo	Riesgo
		Alto (3)	Medio (2)	Bajo (1)	Mínimo (0)
R-001-01	El lenguaje de programación tiene licenciamiento				
R-001-02	La base de datos utilizada tiene licenciamiento				
R-001-03	Se ha aplicado un marco de referencia para el código fuente				
R-001-04	Se ha aplicado un marco de referencia para la estructura de datos.				

Código	Atributo	Riesgo Alto (3)	Riesgo Medio (2)	Riesgo Bajo (1)	Riesgo Mínimo (0)
R-001-05	Los equipos donde funcionará el software disponen de licencias de uso del sistema operativo en donde se desarrolla el producto.				

Fuente: (Pino, Piattini y Fernández 2014, 89)

Elaboración propia

Se propone que el riesgo sea medido al igual que los atributos, debiendo expresarse los resultados mediante el sistema de semáforo en función de la misma escala de interpretación de la madurez del software.

4.1.3 Procesos de ejecución e implementación

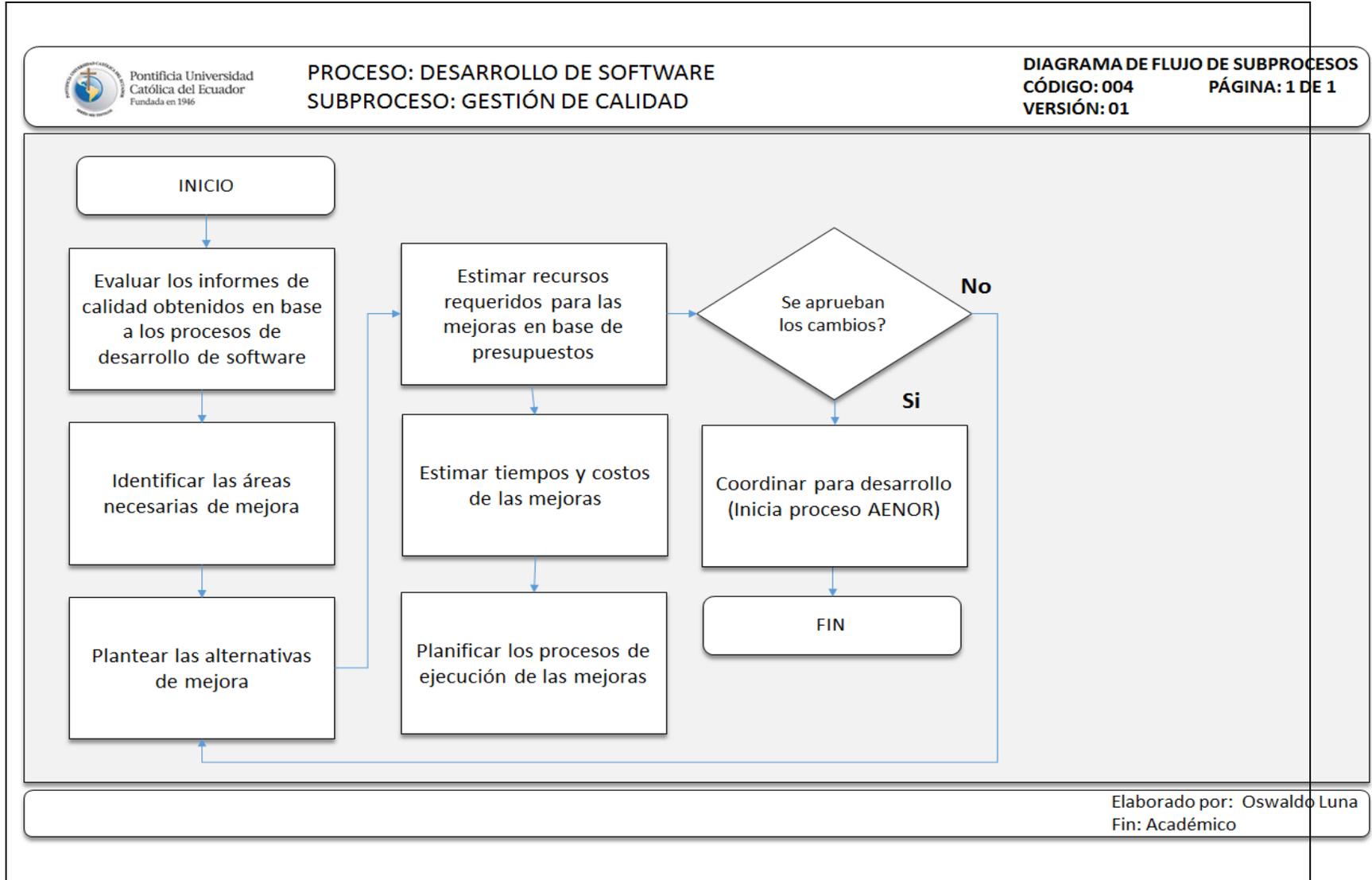
La ejecución de los procesos propuestos debe realizarse de manera técnica a fin de que éstos puedan ser cumplidos de manera efectiva. El mejoramiento basado en buenas prácticas será viable en la medida que el modelo sea cumplido, permitiendo generar información sobre la cual se tomen las decisiones. Es decir, una vez ejecutado el ciclo de software y generados los resultados en los informes referentes a la evaluación, verificación y riesgo, debe incorporarse un proceso adicional.

Este se basa en el mejoramiento, mismo que será efectivo si se incorpora un área de Gestión de Calidad. Ésta será responsable de la ejecución de cambios, mejoras, ajustes y proyectos nuevos que se consideren deben ejecutarse en beneficio de la comunidad académica de la PUCE.

Su desarrollo partirá de los resultados de la evaluación cumplida y deberá conformar proyectos cuya ejecución permitan demostrar mejoras para que el área de desarrollo de software trabaje en ellas. El área cumplirá el siguiente proceso: (Ver Figura 23).

Como se observa en la figura, la gestión de calidad fomenta el mejoramiento continuo mientras que el modelo de AENOR, las buenas prácticas. Los procesos se complementan generando un constante enfoque en las partes interesadas que permita fortalecer los procesos internos.

Figura 23. Subproceso Gestión de Calidad



Fuente: el autor
Elaboración propia

Al ser necesaria la implementación del proceso de gestión de calidad, se procedió a determinar las actividades y su temporalidad como un aporte de orientación en su desarrollo. Ésta se considera debe iniciar en el mes de Junio 2016. (Ver Figura 24).

4.2 Análisis del potencial impacto

La propuesta se espera genere un alto impacto en la Dirección de Informática de la PUCE, incentivando procesos de alta calidad en el desarrollo de software. Su ejecución se considera permitirá eliminar los problemas evidenciados, estableciendo mecanismos que permitan generar productos que aporten al mejoramiento de la calidad de los servicios prestados.

El impacto se ha considerado evaluarlo desde la perspectiva económica, laboral y educativa.

4.2.1 Impacto económico

El mejoramiento basado en buenas prácticas apoyado con la propuesta permitirá que la eficiencia de los procesos aumente. Esto se concluye generará un alto impacto económico en la medida que reducirá el gasto necesario en la gestión de las actividades de los procesos de la PUCE beneficiados.

El software de alta calidad enfocado en las necesidades del personal eliminará los problemas señalados evitando duplicidad de funciones y gasto de recursos que incrementan los costos operativos de las diferentes actividades cumplidas.

Su gestión contribuirá a cumplir presupuestos internos, incrementando la integración y trabajo en equipo que producirá calidad. Además, fomentará un mejor direccionamiento de los recursos optimizados para que estos financien proyectos de desarrollo en beneficio de la comunidad académica.

La mejora propuesta radica en la mayor agilidad y eficiencia en el desarrollo de software. A diferencia del proceso actual, la propuesta se fundamenta en un marco de referencia que delimita los procesos de evaluación de calidad de software que se cumplen en la planificación, diseño y desarrollo y control. De esta manera se evita que

las aplicaciones sean efectuadas con diferentes procesos que impidan un control efectivo.

El control de calidad bajo la propuesta se desarrolla antes, durante y después del desarrollo de cada aplicación, garantizando alta calidad. En la actualidad, los procedimientos de control de calidad permitirán mantener aplicaciones efectivas alineadas a las necesidades de los usuarios.

4.2.2 Impacto laboral

Los procesos desarrollados permitirán mejorar la productividad del personal, apoyados con productos tecnológicos que les permita disponer de información. Su gestión producirá entornos adecuados de trabajo, promocionando la integración, el trabajo en equipo, la sinergia y el desarrollo colectivo.

Desde la perspectiva laboral, se considera de alto impacto la propuesta, debido a que permitirá abrir procesos de promoción que brinden oportunidades al personal. Esto contribuirá a su vez a mejorar el servicio prestado, incrementando las posibilidades de crecimiento de la PUCE a nivel nacional.

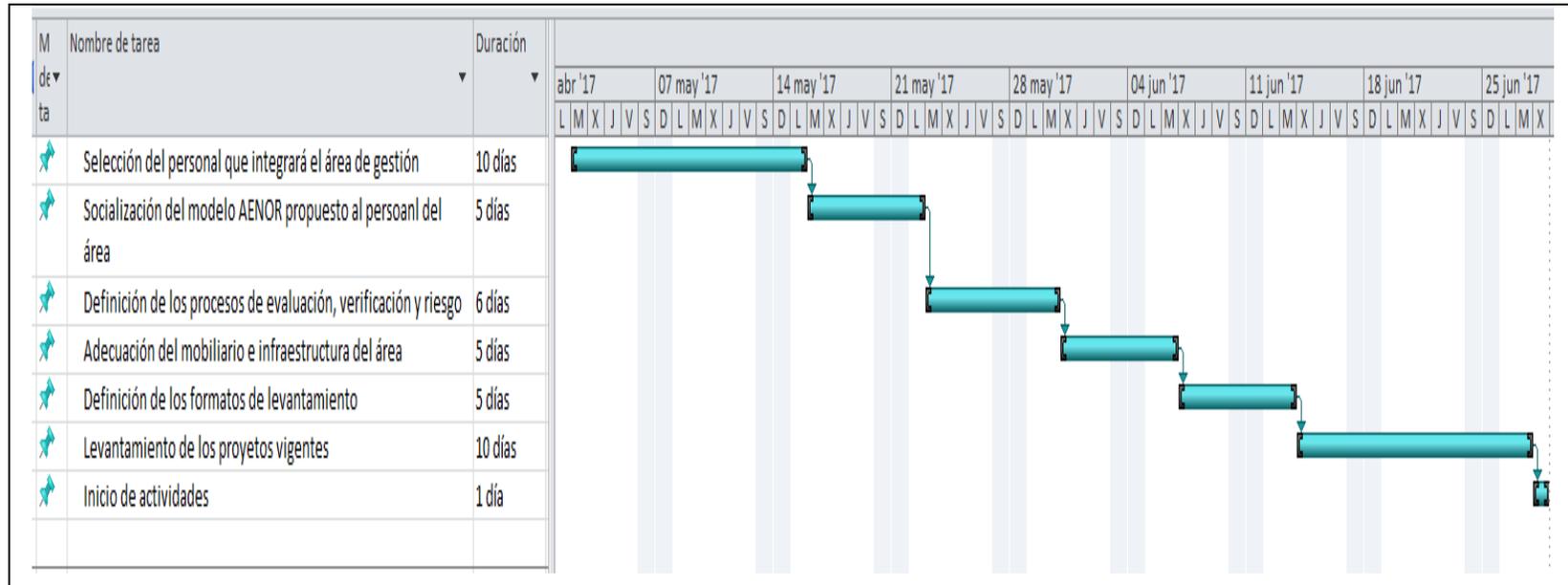
4.2.3 Impacto educativo

La implementación de la propuesta, eleva la calidad académica. Permite que los procesos internos cuenten con sistemas especializados cuyo desarrollo se sustenta en modelos de gestión basados en el mejoramiento continuo.

Se considera desde la perspectiva académica que el impacto será alto, esto debido a que estudiantes, docentes y personal administrativo dispondrán de medios para interrelacionarse y obtener beneficios. La información permitirá traducir la eficiencia de los procesos en mejores sistemas de educación, siendo esto una responsabilidad de la PUCE con la sociedad.

El mejoramiento continuo basado en las buenas prácticas tendrá parámetros de constante evaluación que permitan tomar decisiones encaminadas a aprovechar la tecnología y hacerla un medio efectivo para alcanzar parámetros de calidad esperada.

Figura 24. Cronograma de implementación



Fuente: el autor
Elaboración propia

El cronograma, de implementación de la propuesta supone que el grupo de trabajo va a estar compuesto de cuatro personas con una dedicación a tiempo completo en el proyecto, estas personas serán las encargadas de la capacitación y evaluación del modelo propuesto.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Una vez concluida la investigación, se formulan las siguientes conclusiones en base de los objetivos planteados:

- Las buenas prácticas referentes al mejoramiento de los procesos de desarrollo de software incluyen un conjunto de procesos debidamente relacionados amparados en marcos de referencia. Su desarrollo parte de la definición de parámetros de calidad basados en indicadores y tableros de control que son elaborados mediante diagnósticos especializados en las áreas de trabajo. En su desarrollo intervienen procesos cualitativos y cuantitativos. Los primeros identificando procedimientos de calidad como los propuestos por Deming, Amber, entre otros, los cuales fijan una orientación para la gestión efectiva. Los segundos apoyados en técnicas matemático-estadísticas las cuales permiten traducir el desempeño en valores numéricos para facilitar su interpretación. En base a lo expuesto, se concluye que el mejoramiento tiene un inicio, pero no un fin y para su desarrollo es fundamental apoyarse en teorías y sobre estas establecer los procesos propios que ayuden a las empresas a alcanzar la calidad.
- Luego de un análisis de varios modelos para alcanzar el mejoramiento en el área de Desarrollo de Software, se concluyó que se debe utilizar el de AENOR. Su estructura se enfoca en modelos de calidad de software, ciclo de vida y madurez permitiendo con su aplicación disponer de una evaluación permanente de todos los procesos inmersos en el desarrollo. Además, su estructura metodológica está realizada en función de una realidad Iberoamericana, por lo que se ajusta perfectamente a procesos de gestión realizados por instituciones como una universidad Latinoamericana. En base a lo expuesto, se concluye que la implementación de procesos de mejoramiento en el desarrollo de software es viable en base a modelos implementados que integren todas las actividades y sobre estas permitan definir normas que puedan ser evaluadas permanentemente.

- El diagnóstico realizado al proceso de desarrollo de software de la Dirección de Informática de la PUCE identificó como problemas principales el incumplimiento de los requerimientos del usuario, errores en el almacenamiento de los registros y reportes incompletos. Éstos apoyados en la técnica de Pareto muestran una realidad que en la actualidad no permite alcanzar un mejoramiento efectivo en función de buenas prácticas. Si bien existe una estructura de procesos, éstos no han integrado una gestión de calidad, generando riesgos en cuanto al desarrollo de productos que no solucionan problemas, pero si generan gasto de recursos. Por ello, se justifica plenamente la propuesta, siendo ésta necesaria para mejorar una realidad actual identificada.
- El impacto de la propuesta fue abordado desde los ejes económico, laboral y educativo. En éstos se considera un alto impacto debido a que la implementación de la propuesta permitirá disponer de procesos integrados para que el desarrollo de software sea ejecutado previo a una identificación de las necesidades de las partes interesadas superando sus propias expectativas. Esto incrementará el desempeño del personal, aspecto que le abrirá nuevas oportunidades en la PUCE para crecer. Además, desde el punto de vista académico, su implementación promueve una mejora continua, lo que eleva la calidad académica siendo esto una base para el aseguramiento de crecimiento de la universidad.
- Implementada la propuesta, se esperaría que el mejoramiento definido debe reducir la desviación estándar en la demora de los procesos. En este caso, la meta es bajar al 20% el número de horas de retraso en el desarrollo, atendiendo de mejor manera a los usuarios. En cuanto a los problemas, la meta implica una eliminación del 99% de errores en código fuente y diseño estructural de datos, mismos que mediante el marco de referencia se detectarán antes que salgan a producción. Con ello, el proceso permitirá disponer de productos alineados a las necesidades que impulsen un mejor desempeño de cada una de las áreas.
- En base a los resultados identificados se demuestra la hipótesis planteada en donde el análisis de los estándares y buenas prácticas de la industria del Desarrollo del Software permitieron estructurar una propuesta de mejoramiento

de procesos, contribuyendo a disponer de una alta calidad en los productos de software creados en el área de desarrollo la PUCE.

Recomendaciones

En base a las conclusiones formuladas, se recomienda lo siguiente:

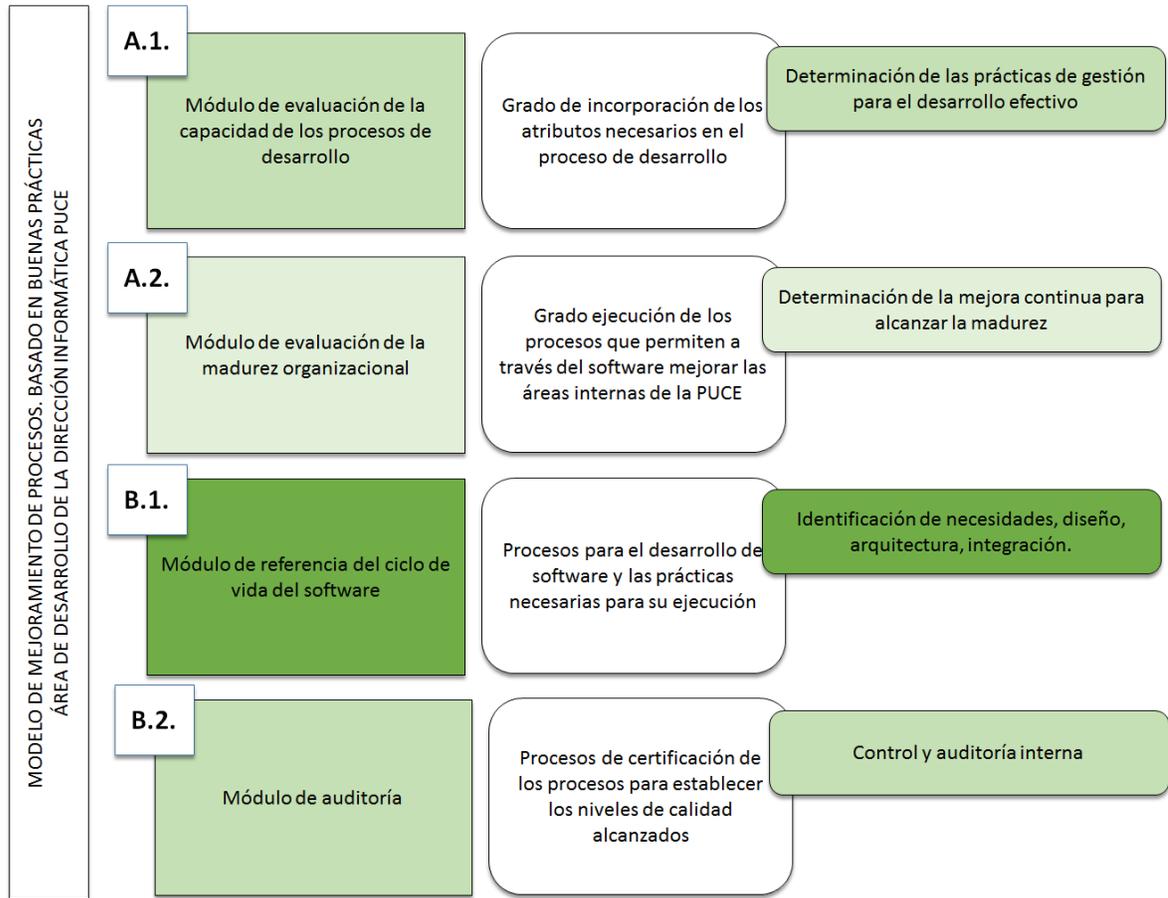
- Difundir las metodologías de mejoramiento de procesos alineada a los mecanismos de desarrollo de software para que empresas y personas conozcan más sobre los modelos de mejoramiento existentes, a fin de que puedan aplicarlos en beneficio de sus actividades económicas. Esto contribuye al impulso del cambio de la matriz productiva, área en donde la tecnología es un recurso de apoyo fundamental.
- Organizar un foro en donde los miembros de la comunidad discutan sobre los modelos apropiados para establecer sistemas basados en las buenas prácticas que permitan tener productos de calidad. Esto contribuirá a implementar en el país procesos de constante perfeccionamiento de la tecnología, impulsando el crecimiento de todos los sectores económicos.
- Se recomienda que los diagnósticos realizados sean cumplidos cada seis meses, verificando una vez implementada la propuesta si esta ha contribuido a mejorar la calidad en el desarrollo de software. La información levantada permitirá establecer ajustes en el caso de ser requerido para que la propuesta aporte siempre al crecimiento institucional.
- Se recomienda que una vez implementada la propuesta, se evidencie el impacto causado a fin de que esto sea publicado como proyecto de investigación que contribuya a las diferentes universidades a emular los procesos cumplidos por la PUCE en su intención de mejorar la calidad académica.
- Se recomienda que los estándares y buenas prácticas propuestas sean ejecutadas en las áreas de soporte tecnológico, integrando todos los procesos de la Dirección de Informática dentro de los sistemas de calidad.

Bibliografía

- Alarcón, Ángel. *Reingeniería de Procesos*. Madrid-España: Fundación Confemetal, 2011.
- Alarcón, Juan. *Reingeniería de Procesos*. Madrid: Confemetal, 2011.
- Albán, Victor. *Estándares de calidad*. México DF: AEO, 2012.
- Amat, Oriol. *Estadística aplicada a los procesos*. Estados Unidos: GEM, 2011.
- Barafort, Beatrix. *System, Software Services Process Improvement*. Estados Unidos: Springer, 2011.
- Bueno, David. *Mejoramiento de procesos*. Madrid-España: Vértice, 2012.
- Cabellido, Nava. *¿Qué es la calidad?* México DF: Limusa, 2011.
- CMMI para el desarrollo V1.3, Norma. *Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios*. Estados Unidos: Software Engineering Process Management Program, 2010.
- David, Fred. *Dirección Estratégica*. México DF-México: Prentice Hall, 2012.
- Digrama de flujo, CU00138A. *Simbología de Flujos*. Estados Unidos: CU00138A, 2014.
- Farina, Mario. *Diagramas de FLujo*. México: Diana, 1984.
- Fernández, Ricardo. *Sistemas de gestión de calidad, ambiente y prevención*. Alicante: Club Universitario, 2012.
- Guajardo, Edmundo. *Administración de la calidad total*. México DF: PAX México, 2012.
- Harrington, James. *Gestión por procesos*. Estados Unidos: 17.8, 2013.
- Huggs, Al. *Mejoramiento de procesos*. Estados Unidos: Prentice Hall, 2012.
- ISO International Organization for Standardization. 12 de 2016. www.iso.org (último acceso: 5 de 2016).
- ISO/IEC 15504, Niveles de Madurez. *Kybele Consulting*. 2012. <https://www.ati.es/IMG/pdf/Garzas-2.pdf>.
- Krajewski, Lee. *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México DF: Pearson Educación, 2011.
- Kunas, Michael. *ISO/IEC 20000 (United Kingdom)*. United Kingdom: IT Governance Publishing, 2012.
- Larrea, Xavier. *Mejoramiento de Empresas*. México DF: Entorno, 2012.
- López, Raul. *Gestión eficaz de los procesos productivos*. Valencia: Colección Edirectivos, 2011.
- Medrano, Carlos. *Calidad en actividades de I+D+i, Aplicación en el sector TI*. Madrid: Libros RC, 2013.

- Moore, David. *Estadística aplicada* . Barcelona: Antoni Bosch, 2011.
- Morales, Luis. *Hacia la calidad en las organizaciones*. Madrid: Díaz de Saltos, 2013.
- Olmeda, María. *Ética profesional en el ejercicio del derecho* . California: Porrúa, 2012.
- Pérez, José. *Gestión por procesos* . Madrid: ESIC, 2012.
- Piattini, Mario, Félix García, Ignacio García, y Francisco Pino. *Calidad de Sistemas de Información*. Madrid: Ra-Ma, 2015.
- Pino, Francisco, Mario Piattini, y Carlos Fernández. *Modelo de madurez de ingeniería de software*. España: AENOR, 2014.
- Pressman, Roger. *Software Engineering* . Estados Unidos: Higher Education, 2011.
- QAEC, Ecuador. *SIPOC*. 2016. <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>.
- Quesnel, Jaqus. *Entender ITIL 2011, Normas y mejores prácticas para avanzar hacia ISO 20000* . Barcelona: ENI, 2011.
- Ramos, Daniel. *Desarrollo de Software* . Estados Unidos: Campus Academy, 2011.
- Salazar, Raúl. *Mejoramiento de los procesos de la empresa* . México DF: Granica, 2012.
- Salgueiro, Amado. *Indicadores de gestión y cuadro de mando* . Madrid: Díaz de Saltos, 2011.
- Sánchez, Miguel. *Calidad Total, Modelo EFQM de excelencia* . Madrid: FC Editorial, 2011.
- Shukor, Fauzi. *Software Process Improvement and Management* . Malaysia: Information Rferencia, 2011.
- Summers, Donna. *Administración de la calidad* . México DF: Pearson Educación, 2012.
- Van Bon, Jan. *Fundamentos del ITIL V3* . Holanda: Van Harden, 2011.
- Vilar, Francisco. *Cómo mejorar los procesos de la empresa* . Madrid: Confemetal, 2012.
- Wazlawick, Raúl. *Ingeniería de Software*. Sao Paulo: Campus, 2011.

Anexo 1. Control de calidad del diseño del software



Fuente: Modelo de madurez de ingeniería de software (Pino, Piattini y Fernández 2014)
 Elaboración propia

Anexo 2. Justificación análisis comparativo Tabla 5 (ISO International Organization for Standardization 2016)

Atributo	12207:2008		ISO/IEC 15504		CMMI-DEV		ISO/IEC 29110		COMPETISOFT		AENOR	
	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION
Cobertura	2	Procesos de ciclo de vida del software de la organización. En total son 43 procesos	2	Se centra en evaluación de dos aspectos, el nivel de madurez de la empresa y la capacidad del proceso de software, más no provee de un modelo de procesos	3	Actividades para desarrollar productos y servicios de calidad. Contempla 22 áreas de proceso 16 del Framework de CMMI y 6 específicas para desarrollo	3	Enfocado a las pequeñas empresas con menor de 25 colaboradores. Posee 5 perfiles que va desde la definición de los procesos y el ciclo de vida del desarrollo del software, hasta la evaluación	3	Especializado en las PYMES Iberoamericanas desarrolladoras de software, ofrece un marco metodológico compuesto por un modelo de referencia de procesos, un modelo de evaluación y un modelo que guía la mejora	3	Modelo de referencia reducido para el ciclo de vida del software. Basado en la ISO/IEC 12207:2008 como modelo de referencia y la ISO/IEC 15504 para la evaluación de la capacidad de los procesos y la madurez organizacional

Atributo	12207:2008	ISO/IEC 15504	CMMI-DEV	ISO/IEC 29110	COMPETISOFT	AENOR
	V JUSTIFICACION	V JUSTIFICACION	V JUSTIFICACION	V JUSTIFICACION	V JUSTIFICACION	V JUSTIFICACION
Accesibilidad	2 Es un modelo de referencia muy amplio por estar orientado a organizaciones de todo tamaño	2 Ofrece un marco de referencia para evaluar los procesos organizacionales en la adquisición, suministro, desarrollo, operación, evaluación y soporte de productos y servicios, para todo tamaño de empresas. Esta constituida de 10 partes	1 Los costos de certificación de esta norma son altos, por lo amplia y especializada de sus procesos. El modelo de referencia cubre las actividades del desarrollo y mantenimiento aplicadas tanto a los productos como a los servicios.	2 Acceso medio, sus dos estructuras principales son: un perfil genérico de los procesos y, la evaluación y certificación. Pero es un estándar no muy difundido y pocas organizaciones estás en capacidad de certificarlo	3 Es de fácil acceso, a costos muy económicos, está constituido por 10 procesos, agrupados en 3 categorías principales	2 El costo de acceso el modelo es muy económico, presenta un modelo reducido de procesos y los niveles de capacidad de proceso y, niveles de madurez se reducen a 3, lo que facilita su implementación

Atributo	12207:2008		ISO/IEC 15504		CMMI-DEV		ISO/IEC 29110		COMPETISOFT		AENOR	
	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION	V	JUSTIFICACION
Evaluación	1	Es un modelo de referencia no está orientado a la evaluación	2	Tiene 6 niveles para determinar la capacidad del proceso y 5 niveles para establecer la madurez de la organización. Es muy amplio para las pymes	2	Posee 4 niveles para medir la capacidad de los procesos y 5 niveles para medir los niveles de madurez. Estos niveles son muy amplios.	3	Cuenta con una estructura específica para la evaluación y certificación	1	No se describe un modelo de evaluación en particular, se sugiere que cada país interesado, defina su propio modelo de acuerdo a sus necesidades	3	Cuenta con su propio modelo de evaluación de 3 niveles, tanto para medir la capacidad del proceso, como el nivel de madurez de la empresa
Especialización	3	Especialización alta, esta norma proporciona un modelo de referencia para el ciclo de vida del desarrollo del software	1	Es un modelo orientado evaluación no de referencia. Su especialización para el caso de estudio es baja	1	El número de procesos que sugiere el modelo es muy amplio para las necesidades actuales de la institución	1	Su perfil básico, es muy reducido y falta amplitud en sus definiciones	2	Si bien su modelo de procesos se ajusta a lo requerido por la institución, la norma adolece de un modelo para la evaluación y mejoramiento de procesos	3	Tanto el modelo de procesos, como los modelos de evaluación se ajustan a las necesidades de la institución
Total	8		7		7		9		9		11	

Fuente: (Piattini, y otros 2015) (Pino, Piattini y Fernández 2014)
Elaboración propia

Anexo 3. Incidentes análisis de causas

CATEGORIA	INCIDENTE	GRUPO QUIEN REPORTA	CANTIDAD REPORTADA	TOTAL
Requerimientos no definidos por el usuario: Implica cobertura de las aplicaciones no sujetas a necesidades por parte del usuario.	Requerimientos para modificación de software por inadecuado levantamiento de la información	1	15	26
	Requerimientos para modificación de software por no inclusión del usuario final en el levantamiento de información	1	5	
	Requerimientos de modificación a software ya implementado, por solicitud de nuevas funcionalidades no detectadas en el levantamiento inicial	2	6	
Error en el almacenamiento del registro: Implica daños en el almacenamiento de los datos por falencias en el código fuente.	Selección no adecuada del tipo de dato, de acuerdo al levantamiento inicial del usuario	1	5	25
	Cambio de parecer del usuario final sobre el tipo de dato	1	11	
	Modificación del tipo de dato por cambio en el tipo de ponderación del campo	2	9	
Reportes incompletos de la aplicación: Comprende reportes parciales que no permiten al usuario poder retroalimentarse de lo ocurrido en el proceso.	El usuario no tiene claro cuáles son los reportes que la aplicación debe presentar	1	12	18
	Modificación en los reportes iniciales por modificaciones en los tipos de datos y su ponderación	2	6	

CATEGORIA	INCIDENTE	GRUPO QUIEN REPORTA	CANTIDAD REPORTADA	TOTAL
Fallas en la identidad/relación de los datos: Se basa en errores de diseño de la estructura de datos que impide realizar consultas consolidadas mediante el uso de SQL.	Diseño no adecuada de las relaciones del modelo de bases de datos, por errores en el levantamiento de información	2	14	14
Mala conexión con la base de datos: Implica definición inadecuada de los ODBC necesarios para conectar las aplicaciones con las bases de datos.	Fallas en la provisión oportuna de los ambientes de desarrollo adecuados	2	7	12
	Fallas por la definición oportuna de políticas de seguridad de la plataforma tecnológica (servidores y bases de datos)	1	3	
	Falla en el proceso de virtualización de aplicación por modificaciones solicitadas por el usuario	1	2	
No aplicación del marco de referencia: Aborda falencias en cuanto al diseño y programación por falta de aplicación de marcos de referencia internos.	Número de requerimientos que salieron a producción sin estándar gráfico	2	4	11
	Número de requerimientos que no se entregaron a tiempo	2	4	
	Número de requerimientos con fallas entregados en producción	2	3	

CATEGORIA	INCIDENTE	GRUPO QUIEN REPORTA	CANTIDAD REPORTADA	TOTAL
Aplicación no relacionada al pedido del interesado: Establece productos que no generan valor al interesado por lo que su uso es inadecuado, congestionando al proceso.	Número de requerimientos que no generan valor y fueron solicitados por el usuario final	1	2	3
	Número de requerimientos desarrollados, que en el periodo de evaluación no fueron usados por el usuario final	1	1	

Fuente: Documentos área de desarrollo
Elaboración propia