

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**Mejora de Proceso Software en una pequeña organización  
Desarrolladora de Software: Caso ProCal-ProSer Lim.Epsilon -  
1er Ciclo**

**Tesis para optar por el Título de Ingeniero Informático**

**Gustavo Alonso Díaz Peña**

ASESOR: Mg. Abraham Eliseo Dávila Ramón  
CO-ASESORA: MBA Karin Ana Meléndez Llave

Lima, 01 de Octubre del 2015

## RESUMEN

El presente trabajo está enmarcado dentro del proyecto ProCal-ProSer, iniciativa que busca determinar el conjunto de factores que influye en la mejora de procesos para pequeñas organizaciones de la industria de software.

En este proyecto de tesis se realizó un primer ciclo de mejora en una pequeña organización desarrolladora de software dedicada al desarrollo de productos software a medida. El proyecto de mejora inició con una evaluación diagnóstica, luego se definió el plan de mejora, posteriormente se implantaron las mejoras en proyectos piloto y finalmente se realizó una evaluación final de la empresa.

La primera sección consiste en una introducción del presente proyecto de tesis. Se describe el contexto de la industria del software y algunos proyectos de mejora de procesos; principalmente, COMPETISOFT y ProCal-ProSer.

La segunda sección consiste en el desarrollo de la propuesta de tesis. Se describe el objetivo general, los objetivos específicos, resultados esperados, las herramientas, métodos y procedimientos a utilizar; así como también, la justificación y viabilidad del proyecto de tesis.

La tercera sección consiste en el desarrollo del marco conceptual, donde se describen los principales modelos para procesos software, la norma ISO/IEC 29110 y experiencias de mejora en pequeñas organizaciones.

La cuarta sección consiste en el desarrollo del ciclo de mejora ejecutado en la empresa, cubre desde la descripción de la empresa e identificación de sus problemas y objetivos, hasta la implantación de mejoras en los proyectos piloto y su posterior evaluación con la finalidad de incrementar la capacidad de los procesos.

Finalmente, la quinta sección presenta las observaciones, conclusiones y recomendaciones finales, posterior a la ejecución del ciclo de mejora.

FACULTAD DE  
**CIENCIAS E  
INGENIERÍA**  
ESPECIALIDAD DE  
INGENIERÍA INFORMÁTICA

 PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INFORMÁTICO**

**TÍTULO:** MEJORA DE PROCESO SOFTWARE EN UNA PEQUEÑA ORGANIZACIÓN DESARROLLADORA DE SOFTWARE: CASO PROCAL-PROSER- LIM.Epsilon – 1<sup>ER</sup> CICLO.

**ÁREA:** INGENIERÍA DE SOFTWARE

**PROPONENTE:** ABRAHAM ELISEO DÁVILA RAMÓN

**ASESOR:** KARIN ANA MELENDEZ LLAVE  
ABRAHAM ELISEO DÁVILA RAMÓN

**ALUMNO:** GUSTAVO ALONSO DÍAZ PEÑA

**CÓDIGO:** 20095828

**TEMA N°:** 598

**FECHA:** 04/05/2015


**DESCRIPCIÓN**

El desarrollo y uso de las Tecnologías de Información en las pequeñas organizaciones en el Perú y a nivel internacional aún es inmadura y presentan muchos inconvenientes. De otro lado, para el caso de las organizaciones que desarrollan software, desde la perspectiva de la oferta de alternativas de solución, se tienen los modelos de capacidad y madurez, siendo el más relevante para el caso de las pequeñas empresas el modelo mexicano MoProSoft que ha sido adoptado en Perú como la norma peruana NTP 291.100 y que es la base del nuevo estándar internacional ISO/IEC 29110. En dicho contexto, el Proyecto ProCal-ProSer es una iniciativa con fondos del gobierno peruano que busca, entre otras cosas, identificar factores que influyen en la adopción de modelos de procesos especializados en pequeñas organizaciones que desarrollan productos software.

En el proyecto ProCal-ProSer se ha definido un componente de investigación relacionado a las pequeñas organizaciones que desarrollan software y para ese propósito se ha previsto trabajar con un grupo de empresas en donde se llevará a cabo un ciclo de mejora para la adopción del modelo propuesto por el estándar internacional que se está desarrollando bajo el grupo de estándares ISO/IEC 29110.

Realizar la mejora de procesos en base a la adopción de un modelo de procesos como el que se presenta en la serie ISO/IEC 29110 para las organizaciones que desarrollan software implica un trabajo singular pues son organizaciones que por lo general no tienen disponibilidad de tiempo, no suelen tener presupuestos y en la mayoría de veces han dejado de lado buenas prácticas por la presión del quehacer cotidiano.

El presente Proyecto propone la realización de un ciclo de mejora de procesos en una empresa bajo el esquema de pruebas controladas dentro del marco del proyecto ProCal-ProSer en la que se usará principalmente el estándar internacional ISO/IEC 29110-5-1-2 y modelos relacionados. Este Proyecto de Tesis se articula bajo las directrices del Componente de Implementación en organizaciones que desarrollan software de ProCal-ProSer y se alinea a todas las directivas establecidas en ProCal-Proser.







FACULTAD DE  
**CIENCIAS E  
INGENIERÍA**  
ESPECIALIDAD DE  
INGENIERÍA INFORMÁTICA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### OBJETIVO GENERAL

Realizar el 1<sup>er</sup> ciclo de mejora de procesos en una organización desarrolladora de software dentro del marco del proyecto ProCal-ProSer.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de este Proyecto son:

- Determinar la situación inicial de la organización.
- Realizar la planificación de la mejora en los procesos seleccionados.
- Ejecutar el ciclo de mejora de acuerdo al plan establecido.
- Determinar la situación al final del ciclo de mejora.
- Elaborar el reporte técnico correspondiente.

### ALCANCE

El primer ciclo de proceso de mejora se aplicará a una pequeña organización desarrolladora de software comprometida con el proyecto. La organización será referida como LIM.Epsilon de una lista mayor de empresas participantes para mantener su confidencialidad.

El proyecto cubre desde el análisis de la situación actual y finaliza con el reporte técnico, esto incluye la evaluación del ciclo de mejora realizado y las directrices para iniciar un nuevo ciclo de mejora. Adicionalmente se presentan las lecciones aprendidas en el proceso de mejora seguido y la evaluación del esfuerzo desarrollado en la mejora de procesos. Para la selección de los procesos a mejorar se tomará como referencia la ISO/IEC 29110-5-1-2 que corresponde el Perfil Básico (Gestión de Proyectos e Implementación de Software) y MoProSoft en los procesos que corresponderán al siguiente perfil (Gestión de Procesos, Gestión de Portafolio de Proyectos y Gestión de Recursos).

Epsilon es una empresa joven e innovadora que desde su fundación viene ofreciendo soluciones de TI para diversos sectores del mercado (principalmente comercial, retail, salud, minería & ingeniería, y educación). Lim.Epsilon cuenta con 10 profesionales que trabajan en el desarrollo de soluciones que la empresa ofrece a sus clientes tanto en la ciudad de Lima como provincias.

*Máximo: 100 páginas*



## DEDICATORIA

*A Dios, porque día a día sentía su apoyo para seguir cumpliendo con mis metas y objetivos a pesar de las dificultades que se iban presentando.*

*A mis padres, por el incondicional sacrificio y esfuerzo para que pueda culminar esta etapa de mi vida y por brindarme su aliento y todo tipo de apoyo en los momentos donde más lo necesitaba.*

*A mi abuelo Jorge, quien me dio la fuerza necesaria para terminar este proyecto de la mejor manera y además, una de sus grandes satisfacciones en la vida fue verme graduado. Hoy desde el cielo, sé que está feliz y orgulloso.*

*A mi hermano, a quien le deseo lo mejor en el cumplimiento de sus metas y objetivos y a quien siempre apoyaré cuando más lo necesite.*



## AGRADECIMIENTO

*A mi familia, por enseñarme que el esfuerzo y sacrificio son factores vitales para el cumplimiento de mis metas y objetivos; como por ejemplo, la realización del presente proyecto de tesis.*

*A mi asesor de tesis Abraham Dávila, por su seguimiento, orientación y apoyo a lo largo de todo el desarrollo del presente proyecto de tesis.*

*A los investigadores del proyecto ProCal-ProSer, por su buena disponibilidad y apoyo en los momentos donde más los necesite.*

*Y a todas las personas que de alguna forma participaron y me apoyaron en la realización del presente proyecto de tesis.*



## RECONOCIMIENTO

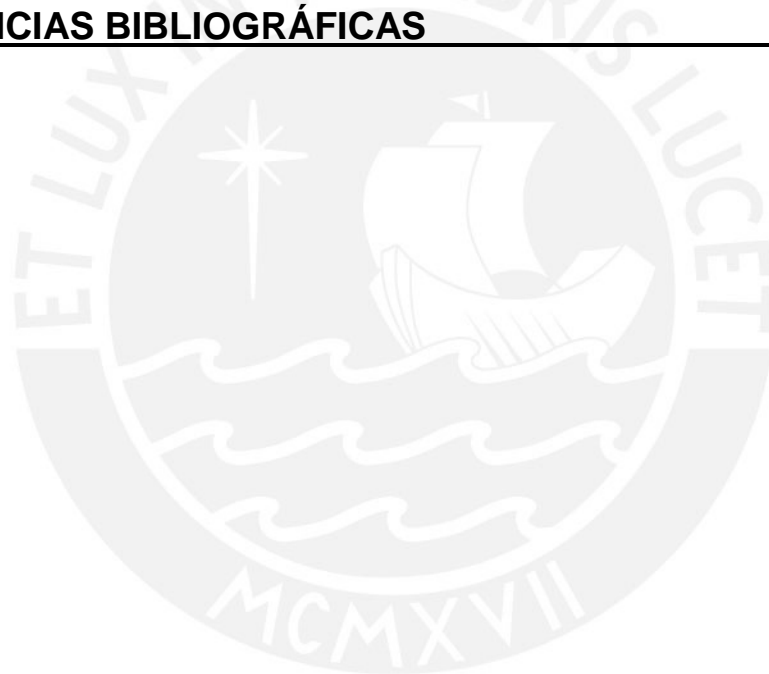
*Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto ProCal-ProSer (ProCal-ProSer: Determinación de factores que influyen en la PROductividad y CALidad en organizaciones que desarrollan PROductos software y ofrecen SERvicios software utilizando como base normas ISO en pequeñas organizaciones.) financiado por Innóvate Perú bajo el Contrato 210-FINCYT-IA-2013 y parcialmente soportado por el Departamento de Ingeniería y el Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software (GIDIS) de la Pontificia Universidad Católica del Perú.*

## INDICE GENERAL

<b>1</b>	<b><u>INTRODUCCION</u></b>	<b>1</b>
1.1	LA INDUSTRIA DE SOFTWARE EN EL PERÚ	1
1.2	EL PROYECTO COMPETISOFT EN EL PERÚ	2
1.3	EL PROYECTO ProCAL-PROSER	4
1.4	EL COMPONENTE DE MEJORA DE PROCESOS EN DESARROLLO DE SOFTWARE	4
<b>2</b>	<b><u>PROPUESTA DEL PROYECTO DE TESIS</u></b>	<b>6</b>
2.1	OBJETIVOS, RESULTADOS Y ALCANCE	6
2.1.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2.1.3	RESULTADOS ESPERADOS	6
2.1.4	ALCANCE	7
2.2	HERRAMIENTAS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	8
2.2.1	HERRAMIENTAS	9
2.2.2	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	9
2.3	JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD DEL PROYECTO	9
2.3.1	JUSTIFICATIVA	9
2.3.2	VIABILIDAD	10
2.4	PLAN DE TRABAJO	10
<b>3</b>	<b><u>MARCO DE REFERENCIA</u></b>	<b>13</b>
3.1	MODELOS PARA PROCESO SOFTWARE	13
3.1.1	CONCEPTOS GENERALES	13
3.1.2	MODELOS DE PROCESO	14
3.1.3	MODELOS DE MEJORA	18
3.1.4	MODELOS DE EVALUACIÓN	19
3.2	ISO / IEC 29110	21
3.2.1	ESTRUCTURA DE LA NORMA	21
3.2.2	EL PERFIL BÁSICO	22
3.2.3	EL PERFIL INTERMEDIO	24
3.3	EXPERIENCIAS DE MEJORA EN PEQUEÑAS ORGANIZACIONES	25
3.3.1	TESIS DE COMPETISOFT-PERU	26
3.3.2	EXPERIENCIAS DE MoProSoft	28
3.3.3	PROBLEMAS EN MEJORA DE PROCESOS EN PYMES	28
3.4	CONCLUSIÓN	30
<b>4</b>	<b><u>MEJORA DE PROCESOS</u></b>	<b>31</b>
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	31
4.2	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LA EMPRESA	32
4.2.1	PROPÓSITO DE LA EVALUACIÓN	32
4.2.2	OBJETIVOS DE LA EMPRESA	33
4.2.3	PERFIL DE CAPACIDADES	33
4.2.4	RESULTADOS OBTENIDOS POR PROCESO	35
4.2.5	PARTICIPANTES Y ESFUERZO	39



<b>4.3 PLAN DE MEJORA DE PROCESOS</b>	<b>40</b>
4.3.1 PRIORIZACIÓN DE PROCESOS	40
4.3.2 PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA	46
4.3.3 DISEÑO DE PROCESOS DEL PLAN DE MEJORA	51
<b>4.4 EJECUCIÓN DE LAS MEJORAS</b>	<b>58</b>
4.4.1 PLANIFICACIÓN DE MICRO CICLOS DE MEJORA	58
4.4.2 SITUACIÓN DE MEJORA PROPUESTA: GESTIÓN DE PORTAFOLIO DE PROYECTOS	59
4.4.3 SITUACIÓN DE MEJORA PROPUESTA: IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE	69
<b>4.5 EVALUACIÓN DE MEJORAS INTRODUCIDAS</b>	<b>78</b>
<b>4.6 PROBLEMAS IDENTIFICADOS Y ACCIONES TOMADAS</b>	<b>80</b>
<b><u>5 OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y MEJORA</u></b>	<b>83</b>
5.1 OBSERVACIONES	83
5.2 CONCLUSIONES	84
5.3 RECOMENDACIONES	84
<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b>86</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Diagrama de categoría de procesos .....	15
Figura 3.2: El modelo IDEAL .....	19
Figura 3.3: Situación inicial de procesos en la empresa Omega.....	26
Figura 3.4: Situación final de procesos en la empresa Omega .....	27
Figura 3.5: Situación inicial de procesos en la empresa Delta.....	27
Figura 3.6: Situación final de procesos en la empresa Delta .....	28
Figura 4.1: Organigrama de la empresa .....	32
Figura 4.2: Situación inicial de procesos en la empresa Epsilon.....	35
Figura 4.3: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Proyectos.....	36
Figura 4.4: Distribución de puntuación del proceso Implementación de Software .....	36
Figura 4.5: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Recursos .....	37
Figura 4.6: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Procesos.....	37
Figura 4.7: Distribución de puntuación del proceso Gestión del Portafolio de Proyectos .....	38
Figura 4.8: Diagrama inicial de proceso Gestión de Portafolio de Proyectos....	53
Figura 4.9: Diagrama inicial de proceso Implementación de Software.....	56
Figura 4.10: Diagrama propuesto de proceso Gestión de Portafolio de Proyectos .....	66
Figura 4.11: Diagrama propuesto de proceso Implementación de Software.....	75
Figura 4.12: Situación final de procesos en la empresa Epsilon .....	80

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Riesgos del proyecto .....	8
Tabla 2.2: Resultados, herramientas, métodos y procedimientos.....	8
Tabla 2.3: Actividades y productos de la inducción en la organización.....	10
Tabla 2.4: Actividades y productos de la evaluación diagnóstica de procesos.	11
Tabla 2.5: Actividades y productos de la planificación de mejora de procesos	11
Tabla 2.6: Actividades y productos de la implementación de las mejoras .....	11
Tabla 2.7: Actividades y productos del cierre del proyecto.....	12
Tabla 3.1: Reglas de derivación para los niveles de madurez.....	14
Tabla 3.2: Niveles de capacidad .....	21
Tabla 4.1: Detalle de los niveles de cumplimiento para los atributos .....	34
Tabla 4.2: Nivel de cumplimiento inicial de los procesos en la empresa Epsilon .....	34
Tabla 4.3: Dueños de proceso de Epsilon.....	39
Tabla 4.4: Esfuerzo invertido en el diagnóstico inicial .....	40
Tabla 4.5: Objetivos de negocio de Epsilon .....	41
Tabla 4.6: Problemas de negocio de Epsilon.....	42
Tabla 4.7: Objetivos de negocio vs Problemas de negocio .....	43
Tabla 4.8: Problemas de negocio vs Procesos del estándar .....	45
Tabla 4.9: Flujo de actividades propuesto para proceso Gestión de Portafolio de Proyectos .....	64
Tabla 4.10: Cumplimiento de actividades en pilotos para la Gestión de Portafolio de Proyectos.....	65
Tabla 4.11: Flujo de actividades propuesto para proceso Implementación de Software .....	73
Tabla 4.12: Cumplimiento de actividades en pilotos para la Implementación de Software .....	74
Tabla 4.13: Nivel de cumplimiento final de los procesos en la empresa Epsilon .....	79
Tabla 4.14: Esfuerzo del proyecto (en horas).....	80
Tabla 4.15: Problemas identificados y acciones tomadas .....	81

# 1 INTRODUCCION

En esta sección se detalla el contexto de la industria del software y algunos proyectos relacionados a la mejora de procesos.

## 1.1 La industria de software en el Perú

En las últimas dos décadas la industria del software ha emergido y evolucionado a tal punto que, hoy en día, representa una actividad económica vital para todos los países del mundo [APESOFT 2014]. A diferencia de estos países emergentes, la joven industria de software peruana representa una baja proporción de la economía y una baja intensidad de exportación [UNCTAD 2012]. Esta industria se compone de aproximadamente 300 empresas, las cuales tienen en promedio 16 años en el mercado y de las cuales un 63% corresponde a microempresas, mientras que un 27% a pequeñas empresas [APESOFT 2014]. Las empresas desarrolladoras de software en el Perú abarcan diversos sectores tales como bancario, financiero, minero, salud, recursos humanos, telecomunicaciones, gestión administrativa empresarial, entre otros [APESOFT 2014].

Como se mencionó previamente, la mayor parte de esta industria está formada por pequeñas organizaciones desarrolladoras de software, las cuales para la elaboración de sus productos necesitan prácticas eficientes de Ingeniería de software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio [Fayad, Laitinen and Ward 2000]. Cabe resaltar que las empresas grandes requieren de estos productos tecnológicos desarrollados por estas pequeñas empresas desarrolladoras de software con el objetivo de mantener un crecimiento paralelo a la industria [Pino 2006].

Entonces, para poder cumplir con los requerimientos de estas empresas, las pequeñas organizaciones apresuraron su crecimiento sin considerar factores clave en sus procesos [Pino 2006]. Entre los principales, se tiene que los procesos no estaban alineados a modelos de referencia ni a estándares de calidad [Sapovadia and Rajlal 2006].

A partir de los años noventa, la comunidad de Ingeniería de Software ha expresado mayor interés en la mejora de procesos software [Sheard 2001]. Esto se evidencia con el creciente número de artículos que tratan el tema y que han surgido en las

últimas décadas [Hall, Rainer and Baddo 2002]. El enfoque que se le dio a la mejora de procesos software estaba relacionado a los niveles de capacidad y madurez de los procesos, los cuales en niveles óptimos generaban productos de calidad [CMM 1995].

Posteriormente, surgieron iniciativas, modelos y metodologías asociadas a la mejora de procesos software como por ejemplo, el CMMI, un modelo basado en la capacidad y madurez de los procesos; la norma ISO/IEC 15504 basada en prácticas de evaluación de procesos; el modelo IDEAL, enfocado en el ciclo del software; entre otras iniciativas [Sheard 2001].

En conclusión, se puede afirmar que a lo largo del tiempo los temas de mejora procesos cada vez han tomado mayor importancia tanto en empresas grandes como en pymes. Cabe resaltar que, a pesar de las iniciativas que surgieron, las pyme desarrolladoras de software todavía tienen problemas para adaptar estas mejoras y buenas prácticas en ingeniería de software.

## 1.2 El proyecto COMPETISOFT en el Perú

El proyecto COMPETISOFT se describe como un modelo de mejora de procesos para fomentar la competitividad de industria de software de Iberoamérica constituida principalmente por pequeñas y medianas empresas [Oktaba, García and Piattini 2007]. Consta de 3 fases, donde en realidad, cada fase representa un proyecto y se presentan de manera separada para poder ofrecer un mejor panorama de cada una de las fases ejecutadas. [Davila 2012]. A continuación se detalla los aspectos más relevantes de cada fase:

- Fase 1: Proyecto COMPETISOFT-CYTED: El proyecto COMPETISOFT fue una iniciativa de los investigadores de la región iberoamericana financiada por el CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) con la finalidad de fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica [CYTED 2008]. Los fondos CYTED fueron destinados a cubrir la movilidad de los investigadores, reuniones de trabajo y cursos para fortalecer el conocimiento de los modelos a ser usados en el proyecto [CYTED 2008].



- Fase 2: Proyecto COMPETISOFT - DGI – PUCP: Debido al éxito del proyecto COMPETISOFT-CYTED es que surgió la segunda fase, esta vez solo en Perú y con fondos de la Dirección de Gestión de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú (DGI-PUCP); en esta fase, se consideró trabajar con universidades y estudiantes de las ciudades de Arequipa y Trujillo [Davila 2012]. El objetivo principal de esta fase fue replicar el esfuerzo desplegado en Lima en la primera fase y formar profesores y estudiantes en los modelos de procesos de software [Davila 2012].
- Fase 3: Proyecto COMPETISOFT - ACKLIS – FINCYT: El desarrollo de la fase 1 y 2 en las tres ciudades del Perú mencionadas y el entendimiento de la necesidad de demostrar los logros de parte de las empresas en términos de mejora de su competitividad, se concretó una fase 3 del proyecto, cuyo principal motivación fue crear un esquema de certificación para empresas desarrolladoras de software usando la NTP 291.100 (MoProSoft) y desarrollar una herramienta de soporte de trabajo de los evaluadores de proceso [Davila 2012].

Con respecto a los modelos, el proyecto COMPETISOFT tuvo como objetivo desarrollar modelos de procesos que puedan ser usados por la pymes que desarrollan software. Para tal propósito se decidió tomar como base al MoProSoft [Oktaba, García and Piattini 2007]. Para el caso del Perú, se utilizó y adaptó MoProSoft para ver su aplicabilidad en la realidad de las empresas participantes [Davila 2012]. De manera complementaria se trabajó inicialmente con EvalProSoft, un método para evaluar procesos de software en empresas que han utilizado MoProSoft [Oktaba 2004].

Para finalizar, se puede decir que COMPETISOFT es el resultado de muchas iniciativas aplicadas a Latinoamérica relacionadas a la mejora y calidad de los procesos software. Adicionalmente, se utilizaron modelos de referencia de procesos, evaluación y mejora; todo esto apoyado por la experiencia de los gobiernos, pequeñas organizaciones y de los colaboradores e investigadores que participaron con la finalidad de incrementar la competitividad de estas pequeñas organizaciones desarrolladoras en la industria [Oktaba 2007].

### 1.3 El proyecto ProCal-ProSer

El proyecto ProCal-ProSer es un proyecto que se desarrolla bajo la coordinación del Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software de la Pontificia Universidad Católica del Perú (GIDIS-PUCP), con la participación de la Universidad Nacional de San Agustín, Universidad Privada del Norte, la Asociación de Productores de Software (APESOFT) y la Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo [ProCal-ProSer]. El principal objetivo del proyecto es determinar el conjunto de factores que influyen en la mejora de procesos para elevar la competitividad en organizaciones que desarrollan productos software y ofrecen servicios software usando como referencia normas ISO/IEC especialmente desarrolladas o adaptadas para pequeñas organizaciones [ProCal-ProSer].

El proyecto tiene dos grandes líneas de trabajo, la primera está basada en pequeñas organizaciones desarrolladoras de software y la segunda en pequeñas organizaciones que ofrecen servicios. Para el primer caso está previsto un programa de mejora de procesos bajo el esquema pruebas controladas usando las normas ISO/IEC 29110 [ProCal-ProSer].

El modelo a desarrollar busca establecer qué factores contribuyen y qué factores dificultan la adopción de este modelo en las pequeñas organizaciones; lo que debe redundar en el diseño de estrategias y programas de mejora de procesos en la industria [ProCal-ProSer].

### 1.4 El componente de mejora de procesos en desarrollo de software

En esta sección se describe los términos de calidad y proceso para posteriormente derivar en un significado que se le da a la mejora de procesos en desarrollo de software.

#### **Calidad**

Según la norma ISO 9000:2008 [ISO 9000] el término calidad hace referencia al grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos establecidos.

La Real Academia Española (RAE) brinda una definición similar ya que la denomina como: *“Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar*

*su valor*” [DRAE]. En otras palabras, es un conjunto de propiedades inherentes a un producto que permiten darle valor.

### **Proceso**

Según la norma ISO 9000:2008 [ISO 9000] el término proceso se define como un conjunto de actividades o tareas que se relacionan y transforman elementos de entrada en resultados.

### **Mejora de procesos**

Con la definición previa de proceso y calidad, el término mejora de procesos hace referencia a una metodología para mejorar el nivel de calidad (darle valor agregado) de las actividades que se relacionan para transformar entradas en resultados según los requisitos establecidos.



## 2 PROPUESTA DEL PROYECTO DE TESIS

En esta sección se detalla la propuesta del proyecto de tesis a realizar, explicando los objetivos, resultados, alcance, herramientas, métodos, justificación, viabilidad y el plan de trabajo.

### 2.1 **Objetivos, resultados y alcance**

A continuación, se presenta el objetivo general del proyecto junto con sus objetivos específicos y los resultados relacionados a estos objetivos.

#### 2.1.1 **Objetivo general**

El objetivo general es realizar un primer ciclo de mejora de procesos en una pequeña empresa desarrolladora de software dentro del marco del proyecto ProCal-ProSer.

#### 2.1.2 **Objetivos específicos**

Son objetivos específicos del proyecto (OE):

- OE1: Determinar la situación inicial de la organización.
- OE2: Realizar la planificación de la mejora en los procesos seleccionados.
- OE3: Ejecutar el ciclo de mejora de acuerdo al plan establecido.
- OE4: Determinar la situación al final del ciclo de mejora.
- OE5: Elaborar el reporte técnico correspondiente.

#### 2.1.3 **Resultados esperados**

A continuación, se muestra la lista de resultados esperados:

- **OE1**  
R1: Indicadores de cumplimiento para cada uno de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar según la evaluación diagnóstica.
- **OE2**  
R2: Listado de procesos de negocio seleccionados a ejecutar la mejora.  
R3: Plan de mejora de procesos para los procesos seleccionados.
- **OE3**  
R4: Propuesta de mejora a realizar para cada uno de los procesos seleccionados.  
R5: Lista de factores que influenciaron positivamente o negativamente en la ejecución del ciclo de mejora.

- **OE4**  
R6: Indicadores de cumplimiento para cada uno de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar según la evaluación final.
- **OE5**  
R7: Directrices para un nuevo ciclo de mejora.  
R8: Reporte técnico.

#### 2.1.4 Alcance

La ejecución del primer ciclo de mejora se aplica a una pequeña empresa desarrolladora de software, la cual se compromete con el proyecto. Se escogió el sector de las pequeñas empresas dado que tiene un fuerte impacto en el desarrollo de las industrias de software a nivel nacional. La empresa será referida por el alias “Lim.Epsilon” por motivos de confidencialidad. El proyecto abarca desde un análisis inicial de la situación actual de la empresa, implantación de mejoras tomando como base modelos de mejora de procesos y concluye con un análisis de resultados que involucran la evaluación final realizada junto con las directrices y recomendaciones del caso para iniciar un nuevo ciclo de mejora. A continuación se presenta las limitaciones y riesgos del proyecto:

#### Limitaciones

La principal limitación del presente proyecto es que debido al corto plazo de estadía en la empresa (aproximadamente 5 meses) se limitará a trabajar con no más de tres procesos. En otras palabras, la mejora de procesos se realizará a un máximo de tres procesos seleccionados dependiendo de los problemas organizacionales y de la evaluación inicial de procesos a realizar.

#### Riesgos

En la Tabla 2.1 se detalla posibles riesgos presentes en el proyecto:

Riesgo	Impacto	Plan de mitigación
Se identifica que en la empresa existe una expectativa del proyecto mayor a lo establecido por ProCal-ProSer.	MEDIO	Reforzar y aclarar el alcance del proyecto en los momentos que sea conveniente para reducir falsas expectativas.
El personal de la empresa no tiene disponibilidad de tiempo para atender las acciones previstas en el proyecto.	ALTO	Comunicar la no disponibilidad del personal al Sponsor del proyecto, al investigador principal y al investigador local.



Riesgo	Impacto	Plan de mitigación
La empresa demora en la entrega de información solicitada por el tesista.	ALTO	Informar sobre la demora al Sponsor del proyecto, al investigador principal y al investigador local.
El nivel de detalle de algunos documentos (estructura y contenido) resulta insuficiente para la empresa.	MEDIO	Utilizar referencias internacionales (estándares ISO) para la definición de estructuras.

Tabla 2.1: Riesgos del proyecto

## 2.2 Herramientas, técnicas y procedimientos

En la siguiente sección se detalla las herramientas, métodos y procedimientos que se utilizarán en el desarrollo del presente trabajo para la obtención de cada resultado esperado. En la Tabla 2.2 se muestra cada resultado con su respectiva herramienta, método o procedimiento relacionado:

Resultado esperado	Herramienta, métodos y procedimientos
<b>Resultado 1:</b> Indicadores de cumplimiento para cada uno de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar según la evaluación diagnóstica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> <li>• NTP-ISO/IEC 15504-2</li> <li>• Juicio experto del evaluador.</li> </ul>
<b>Resultado 2:</b> Listado de procesos de negocio seleccionados a ejecutar la mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> </ul>
<b>Resultado 3:</b> Plan de mejora de procesos para los procesos seleccionados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> <li>• Business Process Model and Notation (BPMN).</li> <li>• Bizagi Process Modeler.</li> </ul>
<b>Resultado 4:</b> Propuesta de mejora a realizar para cada uno de los procesos seleccionados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> <li>• Guía de perfil básico del VSE.</li> </ul>
<b>Resultado 5:</b> Lista de factores que influenciaron en la ejecución del ciclo de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> </ul>
<b>Resultado 6:</b> Indicadores de cumplimiento para cada uno de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar según la evaluación final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> <li>• NTP-ISO/IEC 15504-2</li> <li>• Juicio experto del evaluador.</li> </ul>
<b>Resultado 7:</b> Directrices para un nuevo ciclo de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> <li>• Guía de perfil básico del VSE.</li> </ul>
<b>Resultado 8:</b> Reporte técnico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NTP ISO/IEC 29110-5-1-2.</li> </ul>

Tabla 2.2: Resultados, herramientas, métodos y procedimientos

### 2.2.1 Herramientas

Las herramientas consideradas son las siguientes:

- **NTP ISO/IEC 29110-5-1-2:** Norma técnica del ISO/IEC 29110 la cual será usada como herramienta para la elaboración del plan de mejora [ISO29110-5-1-2, 2012].
- **NTP-ISO/IEC 15504-2:** Norma técnica del ISO/IEC 15504 la cual será usada para evaluar la situación inicial de los procesos de la empresa, así como la situación final posterior al ciclo de mejora realizado [ISO 15504].
- **Guía de perfil básico del VSE:** Guía general de trabajo del proyecto ProCal-Proser la cual brinda recomendaciones para la ejecución de un ciclo de mejora en una pequeña empresa desarrolladora de software.
- **Bizagi Process Modeler:** Herramienta basada en el modelado de procesos teniendo como referencia el método BPMN, la cual será usada para la elaboración de las mejoras [BIZAGI].

### 2.2.2 Métodos y procedimientos

Los métodos y procedimientos considerados son los siguientes:

- **Business Process Model and Notation (BPMN):** Notación gráfica estandarizada para el modelado de procesos que es utilizada para crear una conexión entre el diseño de procesos y su implementación [BPMN].
- **Juicio experto:** Conjunto de opiniones brindadas por un experto de un tema específico, para el caso del presente proyecto el juicio experto será brindado por el tesista.

## 2.3 Justificación y viabilidad del proyecto

En esta sección se detalla las razones y viabilidad de la realización del proyecto:

### 2.3.1 Justificativa

La realización del presente proyecto resulta beneficiosa para la empresa dado que permitirá elevar la productividad y capacidad de los procesos seleccionados. Dependiendo de los resultados del ciclo de mejora, cabe la posibilidad de la obtención de productos de mayor calidad, lo que incrementará la competitividad de la empresa en la industria software.

### 2.3.2 Viabilidad

El proyecto es viable debido que la empresa proporcionara la mayor cantidad de recursos necesarios para la realización del ciclo de mejora.

- Con respecto a la viabilidad técnica, es viable dado que toda herramienta o material a necesitar será brindada por ProCal-ProSer.
- Con respecto a la viabilidad económica, es viable dado que los costos para la implantación de mejora de procesos teniendo como referencia el estándar ISO/IEC 29110 son bajos.

## 2.4 Plan de trabajo

El plan de trabajo se descompone en cinco fases, de las cuales se detalla a continuación sus principales actividades así como los productos obtenidos, los cuales en su mayoría serán presentados como anexos del presente documento. Cabe resaltar que estas fases también están asociadas a los objetivos específicos del presente proyecto de tesis:

- **Fase 1: Inducción en la organización**

Esta fase comprende la descripción de la organización, el levantamiento preliminar de los procesos tal como son realizados en la organización. Además, está asociada al OE1. Las principales actividades y productos se presentan en la Tabla 2.3:

Actividad	Producto
Elaborar el Plan Base del Proyecto	Plan Base del Proyecto (PBP)
Elaborar el Informe de caracterización	Informe de Caracterización de la Organización (ICO)

**Tabla 2.3: Actividades y productos de la inducción en la organización**

- **Fase 2: Evaluación diagnóstica de procesos**

Esta fase comprende la evaluación de los procesos previstos en la NTP-RT-ISO/IEC 29110:5-1-2:2012 (perfil Básico) y la ISO29110-5-1-2, 2012-3:2012 (perfil Intermedio). Además, está asociada al OE1. Las principales actividades y productos se presentan en la Tabla 2.4:

Actividad	Producto
Elaborar el plan de evaluación de procesos	Plan de Evaluación de Procesos (PEP)
Elaborar el Reporte de Evaluación de procesos	Reporte de Evaluación de procesos (REP)

**Tabla 2.4: Actividades y productos de la evaluación diagnóstica de procesos**

- **Fase 3: Planificación de mejora de procesos**

Esta fase comprende el desarrollo de un plan de mejora de procesos considerando las metas a ser logradas y los problemas a ser resueltos por los procesos seleccionados para la iteración. Además, está asociada al OE2. Las principales actividades y productos se presentan en la Tabla 2.5:

Actividad	Producto
Elaborar el plan de mejora de proceso	Plan de mejora de procesos
Elaborar propuestas de mejora de proceso en cada proceso considerado	Definición de procesos (patrón de procesos) Definición o mejora de formatos

**Tabla 2.5: Actividades y productos de la planificación de mejora de procesos**

- **Fase 4: Implementación de las mejoras**

Esta fase comprende la capacitación del personal y la realización del piloto de la mejora definida. Además, está asociada al OE3. Las principales actividades y productos se presentan en la Tabla 2.6:

Actividad	Producto
Elaborar material para capacitación	Material de capacitación
Realizar el piloto de los procesos y formatos definidos en cada proceso considerado	Informe del piloto

**Tabla 2.6: Actividades y productos de la implementación de las mejoras**

- **Fase 5: Cierre del proyecto**

Esta fase comprende la evaluación de los procesos final del ciclo de mejora previstos en la NTP-RT-ISO/IEC 29110:5-1-2:2012 (perfil Básico) y la ISO29110-5-1-2, 2012-3:2012 (perfil Intermedio). Además, está asociado al OE4 y OE5. Las principales actividades y productos se presentan en la Tabla 2.7:

Actividad	Producto
Elaborar el plan de evaluación de procesos	Plan de Evaluación de procesos
Elaborar del Reporte de Evaluación de procesos	Reporte de Evaluación de procesos
Elaborar Informes finales del Ciclo de Mejora	Informe del Proyecto de Mejora de Procesos
Realizar el cierre administrativo del Proyecto	----

**Tabla 2.7: Actividades y productos del cierre del proyecto**

Para un mayor detalle del plan de trabajo del proyecto ProCal-ProSer se puede revisar el **Anexo 1 – PBP**.





## 3 MARCO DE REFERENCIA

Para una mejor comprensión de la problemática y del proyecto, se presenta las definiciones de conceptos clave que se usan en la mayor parte del presente documento. El objetivo es dar una descripción clara de los conceptos y modelos relacionados a la mejora de procesos y calidad de software en pymes desarrolladoras de software.

### 3.1 Modelos para proceso software

A continuación se explica conceptos básicos, así como los modelos de procesos, mejora y evaluación con respecto a la calidad de software:

#### 3.1.1 Conceptos generales

##### **Modelo**

La definición que nos brinda la RAE [DRAE] y la más adecuada para el proyecto es la siguiente: *“Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo”*.

##### **Gestión de proyectos**

Según el PMBOK, [PMBOK] la gestión de proyectos hace referencia a la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades relacionada a los proyectos con el objetivo de cumplir con las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

##### **Nivel de capacidad**

El nivel de capacidad es una forma de representar la calidad de un proceso de manera aislada y se determina mediante el cumplimiento de los atributos del proceso; es decir, con el cumplimiento de un conjunto de prácticas asociadas a cada atributo. Estas prácticas indican qué se debe realizar para alcanzar el propósito de dicho atributo de proceso [Fernández and Piattini 2009].

##### **Nivel de madurez**

El nivel de madurez evalúa la calidad de las organizaciones y se deriva de acuerdo al nivel de capacidad de los procesos mediante unas reglas de derivación [Fernández and Piattini 2009]. Estas reglas tienen 6 niveles y se presentan en la Tabla 3.1:

Nivel de madurez	Descripción
Nivel de madurez 0	La organización no tiene una implantación efectiva para los procesos.
Nivel de madurez 1	Los procesos objeto de evaluación alcanzan el nivel de capacidad 1; es decir, existen productos resultantes para los mismos y el proceso no se puede identificar.
Nivel de madurez 2	Los procesos de nivel de madurez 2 tienen nivel de capacidad 2 o superior.
Nivel de madurez 3	Los procesos de los niveles de madurez 2 y 3 tienen nivel de capacidad 3 o superior.
Nivel de madurez 4	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 4 o superior.
Nivel de madurez 5	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 5 o superior.

**Tabla 3.1: Reglas de derivación para los niveles de madurez**

[Fernández and Piattini 2009]

### **Pequeña Organización (PO)**

El término PO hace referencia a una pequeña organización y para efectos del proyecto, se usa este término para referir a una organización que tiene hasta 25 profesionales involucrados en sus actividades [ISO29110-5-1-2, 2012].

#### **3.1.2 Modelos de proceso**

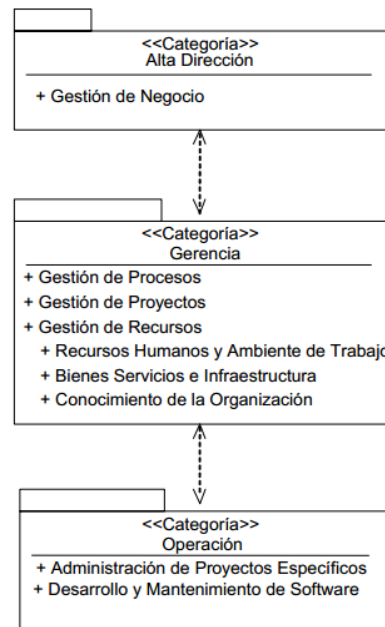
##### **MoProSoft**

MoProSoft es un Modelo de Proceso Software desarrollado para la industria de software mexicano en el año 2003 [Oktaba 2006]. Está enfocado en fomentar la estandarización de la operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software [Oktaba 2005]. La adopción del modelo permitirá elevar la calidad de procesos y por lo tanto, la competitividad en el mercado [Oktaba 2005].

Entre sus principales características se tiene: es fácil de aprender, es fácil de aplicar y no es costoso en su adaptación [Oktaba 2006]. Este conjunto de beneficios hace que el modelo MoProSoft no sea un impedimento para las PO desarrolladoras de software ya que se adapta a su realidad como empresa; además, este modelo ha sido tomado como referencia para el diseño del nuevo modelo COMPETISOFT [Oktaba 2006]. La estructura del modelo MoProSoft tiene tres categorías de procesos [Oktaba 2005]:

- Alta dirección: La cual brinda los lineamientos a los procesos de gerencia y se retroalimenta con la información generada por ellos.
- Gerencia: Aborda las prácticas de gestión de procesos, proyectos y recursos en función a los lineamientos establecidos por la alta dirección y además, proporciona elementos para el funcionamiento de los procesos de la categoría de operación.
- Operación: Aborda las prácticas de los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software y realiza actividades de acuerdo a los elementos proporcionados por la gerencia.

En la Figura 3.1 se presenta un diagrama que refleja las tres categorías de procesos del modelo MoProSoft:



**Figura 3.1: Diagrama de categoría de procesos**

[Oktaba 2005]

### NTP - ISO/IEC 12207

Esta Norma Técnica Peruana establece un marco referencial para los procesos del ciclo de vida del software [Demirors 2000]. Contiene procesos, actividades y tareas para llevar a cabo durante la adquisición de un sistema que contiene software, un producto software puro o un servicio software y también; durante el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software [ISO12207, 2006].

Los procesos del ciclo de vida que se pueden emplear para adquirir, suministrar, desarrollar, operar y mantener productos software son los siguientes [ISO12207, 2006]:

- Procesos principales del ciclo de vida: Son un total de cinco procesos y dan servicio a las partes principales durante el ciclo de vida del software. Cabe mencionar que, una parte principal es aquella que inicia o lleva a cabo el desarrollo, operación o mantenimiento de los productos software.
- Procesos de apoyo del ciclo de vida: Son un total de ocho procesos, los cuales brindan apoyo a otro proceso como parte esencial del mismo, con un propósito bien definido, contribuyendo al éxito y calidad del proyecto software.
- Procesos organizativos del ciclo de vida: Son un total de cuatro procesos. Se emplean por una organización para establecer una infraestructura constituida por procesos y personal asociado al ciclo de vida y para mejorar continuamente esta infraestructura.

### **CMMI**

El modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de madurez y de mejora de procesos para el desarrollo de productos y servicios software, el cual brinda a la empresa elementos esenciales que mejorarán su rendimiento [Chrissis M]. Este modelo se enfoca en las mejores prácticas, las cuales tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren todo el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento [Beth, Konrad and Shrum 2009].

Cabe mencionar que el modelo inicial desarrollado fue el CMM el cual fue evolucionando en diversos modelos según la disciplina aplicada; sin embargo, las empresas que querían mejorar sus procesos se encontraban con que el modelo presentaba un nivel considerable de diferencias entre una disciplina y otra. En consecuencia, si la empresa quería implementar el modelo resultaba costoso por la integración [Tuya, Ramos and Dolado 2007].

El modelo CMMI es un marco que fue creado como integración de todos estos modelos aplicados a las diversas disciplinas; adicionalmente, se tiene dos representaciones del modelo, una enfocada en el nivel de madurez y la otra en el

nivel de capacidad. A continuación se presentará una descripción para cada representación del modelo [Mutafelija and Stromberg 2007]:

- Representación por etapas o escalonada: Se enfoca en el nivel de madurez categorizándolo en un rango de niveles desde 1 a 5. Esta representación apoya en determinar qué proceso requiere una mejora ya que ofrece la aplicación de cada nivel de madurez en las áreas de procesos.
- Representación continua: Se enfoca en el nivel de capacidad de los procesos categorizándolos en un rango de niveles desde 0 a 5. Este modelo brinda más flexibilidad al momento de ajustar un proceso.

### **MPS.BR**

En diciembre del año 2003, SOFTEX inició un programa a nivel nacional (Programa MPS.BR) que representa un esfuerzo conjunto de la industria del software brasileño y las instituciones de investigación con el objetivo de mejorar los procesos de software en las organizaciones de todo el país tanto en organizaciones grandes, medianas y pequeñas [Rocha 2007].

El objetivo principal del Programa MPS.BR es desarrollar y difundir el modelo MPS, el cual consiste en modelos de referencia y evaluación de procesos software más adecuado para la industria brasileña [Weber 2005].

El programa MPS.BR desarrolló dos modelos: un modelo de referencia para la mejora del proceso del software (MR MPS) y un modelo de negocio para la mejora del proceso del software (MN MPS). A continuación se explica los aspectos más relevantes de ambos modelos [Rocha 2007]:

- MN MPS: Define los elementos e interacciones involucrados para la certificación de la empresa a través de la implementación de MR MPS de dos maneras, personalizada para una empresa o conjunta entre un grupo de empresas (logrando así costos más accesibles para pymes).
- MR MPS: comprende diferentes niveles de madurez y un método de evaluación. Los niveles de madurez están organizados en dos dimensiones: de capacidad y de proceso. La madurez del proceso define 7 niveles donde a cada nivel de madurez se le atribuyen áreas de proceso con base en los niveles de CMMI, para posibilitar la implementación gradual y adecuada en las pymes brasileñas. El método de evaluación, a partir de indicadores,



asigna un nivel de implementación de una práctica relacionada a un área de proceso.

### 3.1.3 Modelos de mejora

#### **PmCompetisoft**

PmCompetisoft es un modelo de mejora de procesos desarrollado como parte del proyecto COMPETISOFT [Oktaba 2007]. Tiene como propósito mejorar los procesos de la empresa en función de sus objetivos de negocio, así como ayudar a conducir la mejora de procesos de software en las pequeñas organizaciones, a través de la definición de una guía para implementar paso a paso la mejora de procesos [Oktaba 2007].

El proceso de mejora continua está compuesto por uno o más ciclos de mejora, donde cada uno de estos consta de 5 actividades [Pino, Vidal and Piattini 2007]:

- Instalación del ciclo: Se crea o actualiza una propuesta de mejora alineada con la planeación estratégica de la empresa.
- Diagnóstico de procesos: Se realizan las pruebas de evaluación a los procesos para conocer su estado y posteriormente, se analiza los resultados con el objetivo de establecer oportunidades de mejora.
- Formulación de mejoras: Se planifica la iteración actual del ciclo de mejora y define la estrategia a seguir para mejorar el proceso seleccionado.
- Ejecución de mejoras: Se gestionan y ejecutan los planes de mejora correspondientes a la iteración actual de acuerdo con los planes establecidos.
- Revisión del ciclo: Se corrigen o ajustan todos los elementos correspondientes a las ejecuciones de las iteraciones de mejora.

#### **IDEAL**

El modelo IDEAL es un programa de mejora de procesos software el cual puede ser usado para guiar la gestión, planeamiento e implementación de mejora de procesos software [Serrano, Montes and Cedillo 2003].

Este modelo fue desarrollado por la SEI (Software Engineering Institute) con el objetivo principal de proveer un enfoque disciplinado de acciones a seguir para la mejora de procesos software [Kautz, Hansen and Thaysen]. Está constituido por 5

fases las cuales son: inicio, diagnóstico, establecimiento, actuación y aprendizaje; además, cada una de estas fases se encuentra compuesta por un conjunto de tareas; y de la misma manera, cada tarea está compuesta por un conjunto de sub tareas [Kautz, Hansen and Thaysen]. En la Figura 3.2 se muestra el modelo IDEAL con sus fases y tareas:



Figura 3.2: El modelo IDEAL

[Kautz, Hansen and Thaysen]

### 3.1.4 Modelos de evaluación

#### ISO/IEC 15504

La norma ISO/IEC 15504 es un estándar internacional usado en las organizaciones para evaluar y mejorar la capacidad de los procesos y madurez organizacional [ISO 15504]. Esta norma brinda un marco de referencia que asegura la consistencia de las evaluaciones realizadas; en otras palabras, distintos evaluadores obtendrían los mismos resultados en caso se evalúen los mismos procesos [ISO 15504].

El propósito de la norma es proveer un esquema para la evaluación de las capacidades de los procesos de software en la empresa y además, brindar un

camino para la mejora de estos [ISO 15504]. Para lo cual, es vital la comprensión de tres conceptos en los que se basa la norma [ISO 15504]:

- PRM (Process Reference Model): Es un modelo que comprende la definición de los procesos en un ciclo de vida y está asociado a los propósitos y resultados de estos procesos. En otras palabras, comprende un conjunto de definiciones de procesos los cuales serán evaluados.
- PAM (Process Assessment Model): Es un modelo adecuado para el propósito de evaluar la capacidad del proceso. Está basado en uno o más PRM y provee dos dimensiones para evaluar la capacidad de procesos, la primera dimensión hace referencia a los procesos mientras que la segunda, a las capacidades. Esta última dimensión es evaluada según una escala de medición con un rango de 0 a 5.
- Marco de medición: Proporciona un esquema para usar en la caracterización de la capacidad de un proceso implementado con respecto al PAM.

### **EvalProSoft**

EvalProSoft es un modelo de evaluación para la industria del software que está basado en los atributos de proceso y marcos de medición establecidos en la norma ISO/IEC 15504-2 y está dirigido a empresas que han usado MoProSoft como modelo de referencia de procesos [Oktaba 2004].

El modelo de evaluación es bidimensional (similar al ISO/IEC 15504); es decir, está compuesto por dos ejes donde el eje vertical corresponde a una escala de capacidades y el eje horizontal corresponde a los procesos [Pareja 2012]. Los procesos se evalúan según su capacidad en una escala de 0 a 5 donde el valor cero representa el nivel más bajo y significa que no se alcanzará el objetivo del proceso; por otra parte, el valor de cinco se asocia al nivel más alto y significa que se logran las metas de negocio actuales y proyectadas a través de la mejora continua de procesos [Oktaba 2004].

Para medir el nivel de capacidad de un proceso se utiliza un conjunto de atributos de proceso, donde cada uno de estos mide un aspecto particular de un proceso [Pareja 2012]. En la Tabla 3.2 se muestra una breve descripción de las escalas con sus atributos asociados:

Escala	Descripción	Atributo
<b>Escala 0: Proceso incompleto.</b>	El proceso falla en alcanzar su propósito.	
<b>Escala 1: Proceso realizado.</b>	El proceso implantado logra su propósito.	Realización del proceso.
<b>Escala 2: Proceso administrado.</b>	El proceso realizado se implanta de manera administrada y sus productos de trabajo están apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos.	Administración de la realización.
		Administración del producto.
<b>Escala 3: Proceso establecido.</b>	El proceso administrado es implantado mediante el proceso definido, el cual es capaz de lograr los resultados del proceso.	Definición del proceso.
		Implantación del proceso.
<b>Escala 4: Proceso predecible.</b>	El proceso establecido opera dentro de sus límites con el fin de lograr sus resultados.	Medición del proceso.
		Control del proceso.
<b>Escala 5: Optimizando el proceso.</b>	El proceso predecible es continuamente mejorado para lograr metas actuales y futuras.	Innovación del proceso.
		Optimización del proceso.

**Tabla 3.2: Niveles de capacidad**

[Oktaba 2004]

### 3.2 ISO / IEC 29110

Realizar la mejora de procesos en base a la adopción de un modelo de procesos como el que se presenta en la serie ISO/IEC 29110 para las organizaciones que desarrollan software implica un trabajo singular [ISO29110-5-1-2, 2012]. A continuación, se describe la estructura de la norma y los perfiles de procesos del estándar.

#### 3.2.1 Estructura de la norma

El conjunto de documentos ISO/IEC 29110 ha sido desarrollado con la finalidad de mejorar la calidad de los productos y en consecuencia, el desempeño de los procesos; además, cabe resaltar que no pretende excluir el uso de modelos de ciclos de vida diferentes tales como: cascada, incremental, iterativo, ágil o evolutivo [ISO29110-5-1-2, 2012].

Un informe técnico es un documento publicado por ISO/IEC que ayuda a la comprensión y al uso de la parte normativa de un estándar; en el ámbito de ISO/IEC

29110, los informes se utilizan para presentar guías que hacen referencia a la implementación de perfiles en las PO [Garzas, Piattini and Pino 2008]. Cabe resaltar, que un perfil es un conjunto de uno o más estándares necesarios para llevar a cabo una función en particular [ISO29110-5-1-2, 2012]. Entre los principales documentos de la norma tenemos [Garzas, Piattini and Pino 2008]:

- Visión general: Brinda conceptos básicos para comprender y utilizar documentos de la norma ISO/IEC 29110. Introduce los aspectos de negocio, requisitos de las PO y detalla el objetivo de los perfiles.
- Marco de trabajo y taxonomía: Documento que establece la lógica detrás de la definición de los perfiles, especifica sus elementos comunes e introduce la taxonomía de los mismos.
- Especificaciones de perfil: Documento que brinda una estructura para un perfil y además, enlaces normativos para el subconjunto de estándares usados en el perfil. Es importante resaltar que por cada perfil debe haber un documento de especificación de perfil.
- Guía de evaluación: Documento que describe el proceso de evaluación para determinar las capacidades de un proceso y la madurez organizacional. Esta guía es utilizada cuando el cliente solicita un proceso de evaluación para obtener un perfil del nivel de capacidad del proceso implementado. Adicionalmente, puede ser usado para una autoevaluación.
- Guía de ingeniería y gestión: Documento que proporciona orientación sobre la implementación y uso de un perfil. Se debe resaltar que por estar dirigido a las PO, se elabora en un lenguaje de fácil comprensión. Es importante resaltar que por cada perfil existe una guía de ingeniería y gestión.

### 3.2.2 *El perfil básico*

El perfil básico del estándar está orientado a PO desarrolladoras de software, por lo tanto, no es recomendable su aplicación en empresas grandes [ISO29110-5-1-2, 2012]. Este perfil abarca los procesos de gestión de proyectos e implementación de software:

- **Gestión de Proyectos**

El propósito del proceso es gestionar de manera sistemática las tareas identificadas en la implementación del proyecto cumpliendo con las expectativas de calidad, tiempo y costos [ISO29110-5-1-2, 2012]. Las principales actividades del proceso son [ISO29110-5-1-2, 2012]:



- Planificación del proyecto: Se revisa la declaración de trabajo y el ciclo de vida del proyecto para realizar las estimaciones de recursos necesarios y establecer un cronograma de trabajo asignando roles y responsabilidades al equipo con la finalidad de obtener un producto de calidad que cumpla con las expectativas del cliente.
  - Ejecución del plan de proyecto: Se actualiza el registro de estado del proyecto teniendo como referencia la planificación establecida; además, se analiza las solicitudes de cambio para posteriormente aprobar cambios al plan de proyecto. En esta actividad también se revisa los acuerdos entre el equipo de trabajo y los clientes.
  - Medición y control del proyecto: Se evalúa el rendimiento actual del proyecto con respecto a las estimaciones realizadas; además, se identifica problemas, desviaciones y nuevos riesgos que han surgido hasta esta etapa del proyecto.
  - Cierre del proyecto: Se cierra el proyecto entregando el producto final al cliente según los acuerdos establecidos.
- **Implementación de Software**

El propósito del proceso es realizar mediante un enfoque sistemático las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas para elaborar nuevos o modificar productos software acorde con los requerimientos especificados [ISO29110-5-1-2, 2012]. Las principales actividades del proceso son [ISO29110-5-1-2, 2012]:

    - Iniciación de la implementación del software: Se confirma con el equipo de trabajo el plan de proyecto elaborado y se establece el ambiente de implementación adecuado.
    - Análisis de los requerimientos del software: Se asigna tareas para el equipo de trabajo, se analiza los requisitos acordados con el cliente y se establece los requerimientos del proyecto después de ser validados por el equipo de trabajo.
    - Diseño detallado de la arquitectura del software: Se transforma los requerimientos del software en diseño y arquitectura. Se elabora los componentes del software con sus respectivos prototipos e interfaces; además, se verifica los casos de prueba para las pruebas de integración. Finalmente se verifica la trazabilidad de los requerimientos con el diseño del software y los casos de prueba.

- Construcción del software: Se revisa el diseño del software para establecer una secuencia de construcción del software a seguir. En esta etapa se codifica los componentes software y se aplican las pruebas unitarias.
- Integración y pruebas del software: Se basa en entender los casos de prueba, procedimientos de prueba y el ambiente de integración; así como también, integrar los componentes del software y corregir sus defectos.
- Entrega del producto: Se verifica la documentación de mantenimiento y se entrega el producto software con su respectiva documentación.

### 3.2.3 El perfil intermedio

El perfil intermedio está orientado a PO desarrolladoras de software que ya cumplen con el perfil básico previamente descrito [ISO29110-5-1-3, 2012]. Este perfil abarca los procesos de gestión de recursos, gestión de procesos y gestión del portafolio de proyectos [ISO29110-5-1-3, 2012]:

- **Gestión de Recursos**

El propósito del proceso es obtener y proveer a la organización de los recursos necesarios para la realización de los proyectos [ISO29110-5-1-3, 2012]. Las principales actividades del proceso son [ISO29110-5-1-3, 2012]:

- Preparación y planificación de los recursos: Se planifica las políticas y mecanismos necesarios para la obtención de recursos enfocados en los proyectos y en las necesidades del negocio.
- Obtener los requerimientos de recursos: Se implementa las políticas y mecanismos necesarios para la obtención de recursos y se revisa las solicitudes de recursos.
- Evaluaciones periódicas, monitoreo y control: Se evalúa y monitorea el rendimiento de los recursos con respecto a las solicitudes de recursos realizadas.

- **Gestión de Procesos**

El objetivo de este proceso es mejorar y establecer los procesos organizacionales de la empresa [ISO29110-5-1-3, 2012]. Las principales actividades son [ISO29110-5-1-3, 2012]:

- Gestión de la planificación del proceso y monitoreo: Se planifica los detalles necesarios para la administración del plan de procesos y el control de la ejecución de este plan.
  - Definición, mejora y despliegue del proceso: Se monitorea la definición y mejora de procesos, así como la implementación del plan de actividades de los procesos nuevos o modificados.
  - Evaluación de procesos: Se evalúa el despliegue de procesos con respecto al plan de procesos, al plan de evaluación y a la definición de procesos establecida.
  - Recopilación de resultados, análisis y reportes: Se analiza los resultados obtenidos de los procesos de evaluación identificando mejoras y se informa a la empresa sobre el estado de los procesos.
- **Gestión del Portafolio de Proyectos**

El propósito del proceso es generar nuevos proyectos para la organización, supervisar el rendimiento de los proyectos actuales y monitorear la satisfacción de los clientes [ISO29110-5-1-3, 2012]. Las principales actividades del proceso son [ISO29110-5-1-3, 2012]:

    - Organización y preparación: Se documenta las políticas del portafolio de proyectos gestionando las actividades para la generación de proyectos y se asigna los recursos necesarios para la ejecución del portafolio.
    - Generar y activar proyectos: Se genera los proyectos a implementar alineados siempre a las políticas del portafolio de proyectos y respondiendo a las expectativas del cliente, para esto se definen acciones preventivas.
    - Evaluación y control de los proyectos y clientes: Se evalúa el estado de la agenda de generación de proyectos, el registro de progreso de todos los proyectos y los comentarios de cliente.

### 3.3 Experiencias de mejora en pequeñas organizaciones

Actualmente el tema de mejora de procesos resulta vital para el crecimiento de las PO desarrolladoras de software. Por esta razón, a lo largo del tiempo se han desarrollado proyectos que usan modelos para la definición, evaluación y de mejora

de procesos software para que estas empresas puedan cumplir con sus objetivos de mejora y calidad. En esta sección se describe algunos proyectos cuyo objetivo al igual que ProCal-ProSer, es darle una alternativa de solución al problema de crecimiento, competitividad y calidad que afrontan estas PO desarrolladoras de software.

### 3.3.1 Tesis de competisoft-peru

En esta sección se describe algunos proyectos de tesis relacionados a la mejora de procesos en PO desarrolladoras de software teniendo como referencia el modelo COMPETISOFT.

- **Tesis de Deborah Gabriela Briceño Ortega** [Briceño 2009]

El título de la tesis fue “Mejora del proceso software de una pequeña empresa desarrolladora de software: caso Competisoft-Peru-Omega”. Omega es una empresa dedicada a brindar soluciones orientadas a un sector específico y en especial para un tipo de organización dentro de este sector. El resultado inicial de los 9 procesos evaluados fue que ninguno alcanzó el nivel de cumplimiento mínimo: 1, lo que es lo mismo que 100%. Al realizar el ciclo de mejora se presentó un margen de mejora del 32.98% dado que inicialmente la empresa presentaba un 16.59% de cumplimiento de actividades global y posterior al ciclo de mejora este indicador subió a 50.63%. En la Figura 3.3 se muestra la situación inicial de procesos, mientras que en la Figura 3.4 se muestra la situación después del ciclo de mejora:

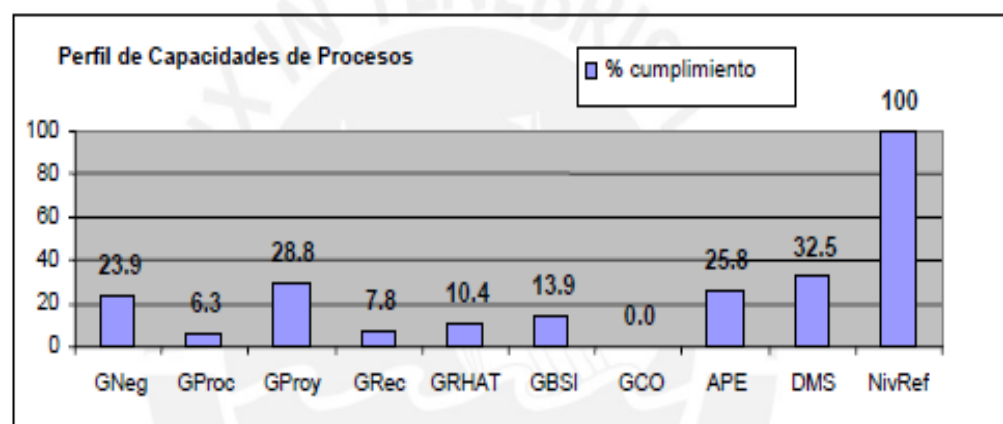


Figura 3.3: Situación inicial de procesos en la empresa Omega

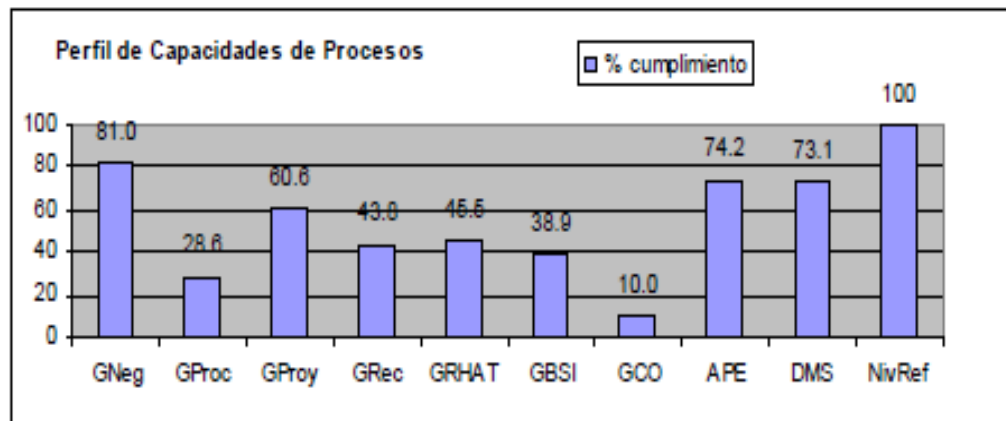


Figura 3.4: Situación final de procesos en la empresa Omega

- **Tesis de Giancarlo Juan Nakashima Chávez** [Nakashima 2009]

El título de la tesis fue “Mejora del proceso software de una pequeña empresa desarrolladora de software: caso Competisoft-Peru-Delta”. Delta fue fundada en el año 1997 con el objetivo de atender la demanda de servicios orientados a incrementar la productividad y el nivel de servicio frente al avance permanente de la tecnología y la globalización. El resultado inicial de los 9 procesos evaluados fue que ninguno alcanzó el nivel de cumplimiento mínimo: 1, lo que es lo mismo que 100%. Al realizar el ciclo de mejora se presentó un margen de mejora del 18.72% dado que inicialmente la empresa presentaba un 32.41% de cumplimiento de actividades global y posterior al ciclo de mejora este indicador subió a 51.13%. En la Figura 3.5 se muestra la situación inicial de procesos, mientras que en la Figura 3.6 se muestra la situación después del ciclo de mejora:

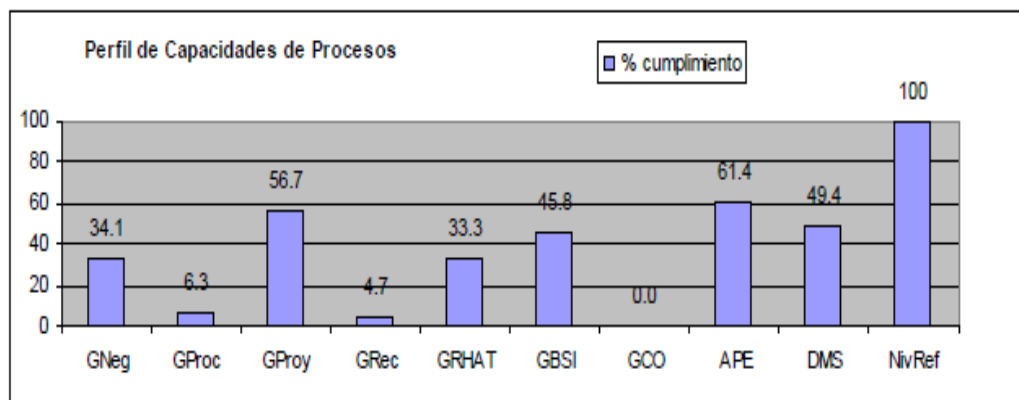


Figura 3.5: Situación inicial de procesos en la empresa Delta



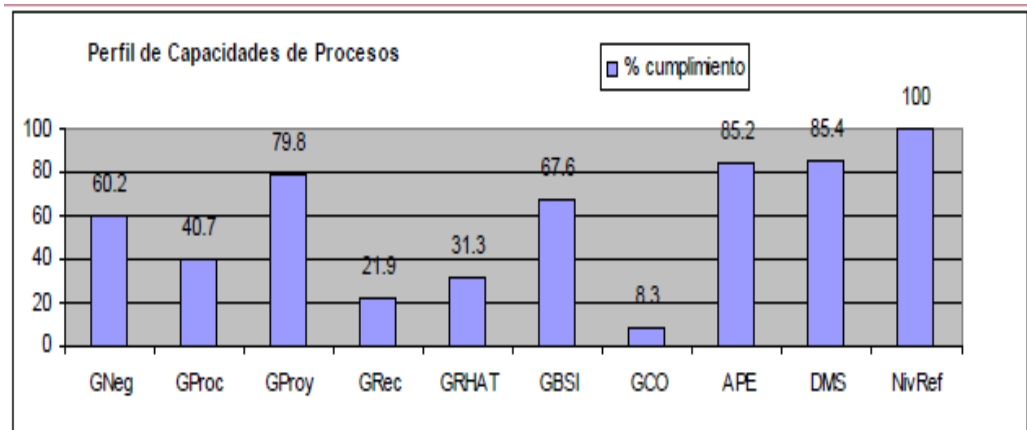


Figura 3.6: Situación final de procesos en la empresa Delta

### 3.3.2 Experiencias de MoProSoft

En esta sección se describe la experiencia de un proyecto en donde se realizó cuatro iteraciones de mejora dentro del marco del proyecto MoProSoft.

- **Artículo de investigación** [MoProSoft 2012]

El título del artículo fue "Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora". Para efectos de confidencialidad de la empresa, esta fue referida como Alfa. La empresa Alfa es una organización cuyo objetivo es brindar soluciones informáticas orientadas al sector de telecomunicaciones y es el resultado del MBO (Management Buy Out) de la filial en Perú de una empresa informática multinacional. Durante la ejecución del proyecto en la empresa, se pudo comprobar que la metodología establecida por COMPETISOFT facilitó la implementación, proporcionando una alternativa para las pymes desarrolladoras de software. Este proyecto ayudó a verificar que se incrementaron las capacidades de los procesos, lo que fue corroborado por la certificación obtenida y que para ello ha sido necesario que se tengan avances progresivos y sostenibles en cada ciclo de mejora.

### 3.3.3 Problemas en mejora de procesos en pymes

La realidad de la industria del software refleja que las grandes empresas requieren de los productos software desarrollados por las PO desarrolladoras de software [Pino 2006]. La calidad de estos productos está influenciada por la calidad de los

procesos; en otras palabras, al tener procesos que no sigan estándares o modelos de referencia se tiene altas probabilidades de obtener un producto de baja calidad [Humphery 1989].

Además, al tener productos finales que no cubran niveles aceptables de calidad para el cliente, se corre el riesgo de bajar la productividad y competitividad en la industria [Sapovadia and Rajlal 2006]. Estos problemas conllevan a procesos impredecibles que no se adaptan a la situación actual de la empresa. [Fayad, Laitinen and Ward 2000].

La mayor parte de modelos de mejora de procesos están hechos para empresas grandes ya que estas cuentan con los recursos necesarios para adaptarlas [Sheard 2001]. Las PO por su parte, tienen recurso limitado y falta de conocimiento en temas relacionados a las buenas prácticas y estándares de calidad para sus procesos; adicionalmente a esto, el factor humano también tiene un papel importante ya que muchas veces presenta resistencia al cambio, lo que dificulta la adopción de modelos y estándares adecuados [Sapovadia and Rajlal 2006].

En consecuencia, surgen iniciativas para desarrollar modelos orientados a las pequeñas y medianas empresas, entre los principales, el modelo MoProSoft descrito previamente; sin embargo, todavía existen motivos por los que la empresa no adapta el estándar de buenas prácticas ISO/IEC 29110 [ISO29110-5-1-2, 2012].

Entre los principales problemas se tienen [ISO29110-5-1-2, 2012]:

- Uso inmaduro de las tecnologías de información. Estas no están alineadas a los objetivos de negocio de la empresa y por ende, no están alineadas a los procesos de negocio. Esto conlleva a que no se obtenga el máximo beneficio esperado por parte de los procesos y se refleje en sus productos finales.
- Pobre conocimiento en documentación de procesos. La mayor parte de pymes no tiene personal encargado de procesos y el funcionamiento de estos no está documentado, lo que dificulta darle seguimiento después de que sufren un cambio o son actualizados.

En base a lo mencionado anteriormente, surge el problema principal: El bajo nivel de calidad en los productos software que ofrecen estas pequeñas organizaciones desarrolladoras de software.

### 3.4 Conclusión

Después de haber desarrollado el marco de referencia mediante fundamentos textuales, tablas y gráficos; en conclusión, se puede ver que para comprender los modelos de referencia, evaluación y mejora es necesario conocer algunos conceptos clave de mejora y calidad de procesos. De esta forma, se tendrá una visión más clara de la problemática y de los proyectos asociados a la mejora de procesos y calidad de software en las PO.



## 4 MEJORA DE PROCESOS

En esta sección se describe el ciclo de mejora realizado en la PO desarrolladora de software. Se presenta una descripción de la empresa, la evaluación diagnóstica inicial realizada, el plan de mejora a los procesos seleccionados, la ejecución de dichos planes, la evaluación después de las mejoras realizadas y los problemas identificados y acciones tomadas.

### 4.1 Descripción de la empresa

Epsilon se fundó en la Ciudad más alta del mundo de Cerro de Pasco – Perú a 4380 m.s.n.m., el 14 de Mayo del 2012 con capital peruano y desde entonces busca atender las necesidades tecnológicas dentro de Perú y Latinoamérica, ofreciendo soluciones acorde a sus necesidades, dando soporte a sus ideas, y acompañando su evolución en el mercado.

Epsilon es una empresa joven, audaz e innovadora que desde su fundación viene ofreciendo soluciones de TI para diversos sectores del mercado (principalmente comercial, retail, salud, minería & ingeniería, y educación). Cuenta para ello con profesionales formados que están dispuestos siempre a brindarle su mejor esfuerzo y significar un serio aliado para su negocio.

En Epsilon, se practica, valora y promueve; el espíritu y los valores de los paradigmas ágiles y el software libre, por esta razón colabora con la comunidad peruana en difundir y promover dichos paradigmas participando en charlas, eventos y talleres gratuitos a nivel nacional. Para mayor detalle de la empresa se puede revisar el **Anexo 2 – ICO**.

A la fecha de inicio del proyecto ProCal-ProSer, la empresa Epsilon contaba con un total de 8 personas laborando en la organización, los cuales conformaban la estructura organizacional representada en la Figura 4.1:



Figura 4.1: Organigrama de la empresa

## 4.2 Evaluación diagnóstica de la empresa

Como parte del proyecto de mejora de procesos, se realizó un diagnóstico de la situación inicial de la empresa con respecto a sus procesos. Este fue elaborado considerando la situación actual de los procesos, mediante una evaluación de las capacidades y su adhesión a los procesos correspondiente al perfil básico e intermedio. El procedimiento para la evaluación se basó en entrevistas a los dueños de procesos previamente coordinados con el facilitador (director ejecutivo) de la evaluación.

### 4.2.1 Propósito de la evaluación

Esta evaluación tuvo como propósito determinar el perfil de capacidades de la organización para elaborar el plan de mejora de procesos respecto a los estándares del perfil básico e intermedio. El proceso de evaluación estuvo basado en los lineamientos establecidos en la norma internacional NTP-ISO/IEC 15504 y fue de tipo ligera para ser completada en un tiempo comparativo breve. Consta de los siguientes pasos:

- Planificación de la evaluación: Se elaboró el plan de evaluación posterior a una reunión informativa en la que se describió el objetivo de la evaluación y se identificaron a los involucrados.



- Ejecución de la evaluación: Se realizó las entrevistas a las personas, de acuerdo al plan establecido y se revisó las evidencias por cada proceso evaluado. Luego, se calificó los atributos según su nivel de cumplimiento en la organización.
- Generación de resultados: Después de las entrevistas, el equipo de evaluación calificó la capacidad del proceso evaluado mediante consenso.
- Entrega de resultados: Se realizó la presentación de resultados preliminares a todos los que participaron en la evaluación, en la cual se aclaró los hallazgos encontrados.

Para mayor detalle de la evaluación diagnóstica se puede revisar el **Anexo 3 – PEP**.

#### **4.2.2 Objetivos de la empresa**

Como parte del proceso de inducción en la empresa, se realizó un levantamiento de información mediante una revisión de la documentación disponible y entrevistas al director ejecutivo; de tal forma que, se llegó a determinar los siguientes objetivos de negocio de Epsilon que se alinean al objetivo de esta evaluación (por motivos de confidencialidad las cifras cuantitativas serán referenciadas por la variable “X”):

- Aumentar las ventas en un "X%" anual.
- Obtener una rentabilidad anual del "X%".
- Aumentar la eficiencia de la producción en un "X%" para el próximo año.
- Aumentar el número de colaboradores a "X" al finalizar el 2015.
- Implementar "X" proyectos de desarrollo de software en el extranjero anualmente.

#### **4.2.3 Perfil de capacidades**

Luego de la evaluación, se determinó el perfil de capacidades de la empresa considerando los procesos correspondientes al perfil básico e intermedio del estándar ISO / IEC 29110. Un atributo hace referencia a una característica propia del proceso y es medible en cuanto a su cumplimiento. Para esta evaluación, los atributos fueron calificados en cuatro niveles que caen dentro de una escala porcentual de 0 - 100%.

En la Tabla 4.1 se muestra información asociada a estos niveles:

Grado de cumplimiento	Rango (%)	Descripción
F	86 – 100	Hay evidencia de una aproximación completa y sistemática y un alcance total del atributo definido.
L	51 – 85	Hay evidencia de una aproximación sistemática y un alcance significativo del atributo definido.
P	16 – 50	Hay evidencia de una aproximación sistemática para el alcance del atributo definido.
N	0 – 15	Hay una pequeña o nula evidencia de alcance del atributo definido.

**Tabla 4.1: Detalle de los niveles de cumplimiento para los atributos**

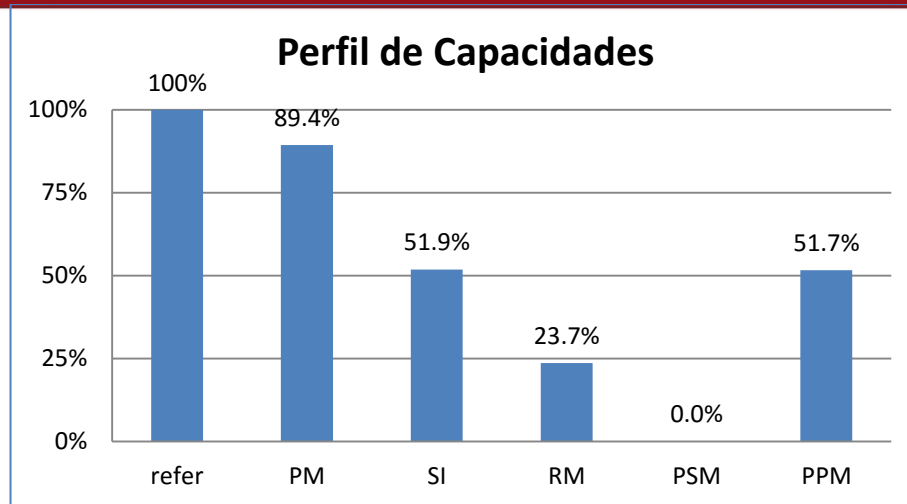
La calificación del proceso fue la misma del atributo “Realización del proceso” en el cual, se describe el propósito del proceso. Asimismo, el nivel de capacidad “1” corresponde si y solo si, dicho atributo es calificado como “F”. La evaluación realizada fue del tipo ligera (o no rigurosa) para que pueda ser completada en un tiempo comparativo muy breve. Además, se ha tomado algunas licencias en el proyecto para determinar el perfil de capacidades de la organización. A continuación, se muestra la fórmula definida por los investigadores y utilizada para la calificación del proceso:

$$\% \text{ de cumplimiento} = (0.75 * (\# \text{Atributos en "L"}) + 1 * (\# \text{Atributos en "F"})) / (\# \text{Total de atributos} - \# \text{Atributos en "No Aplica"})$$

En la Figura 4.2 se muestra la situación inicial de procesos en la empresa Epsilon (perfil de capacidades) mientras que en la Tabla 4.2 se visualiza los porcentajes de cumplimiento de cada proceso y su nivel de capacidad alcanzado.

Proceso	Gestión de Proyectos (PM)	Implementación de Software (SI)	Gestión de Recursos (RM)	Gestión de Procesos (PSM)	Gestión del Portafolio de Proyectos (PPM)
% de cumplimiento	89.4%	51.9%	23.7%	0%	51.7%
Grado de cumplimiento	F	L	P	N	L
Nivel de capacidad	1	0	0	0	0

**Tabla 4.2: Nivel de cumplimiento inicial de los procesos en la empresa Epsilon**



**Figura 4.2: Situación inicial de procesos en la empresa Epsilon**

El resultado del diagnóstico refleja que sólo un proceso (Gestión de Proyectos) de los cinco evaluados alcanzó el nivel de capacidad esperado: 1, lo que es lo mismo que “F” ya que se llegó a un alcance casi completo de los atributos definidos. Por otra parte, los cuatro procesos restantes fueron calificados en el nivel 0 dado que ninguno logró superar el 86% de realización de las actividades necesarias para calificar en el grado de cumplimiento “F” según el sistema de evaluación utilizado. Por ende, se llegó a la conclusión de que son cuatro los procesos candidatos a mejorar, de los cuales se escogieron dos dependiendo de los problemas de la empresa y objetivos de negocio.

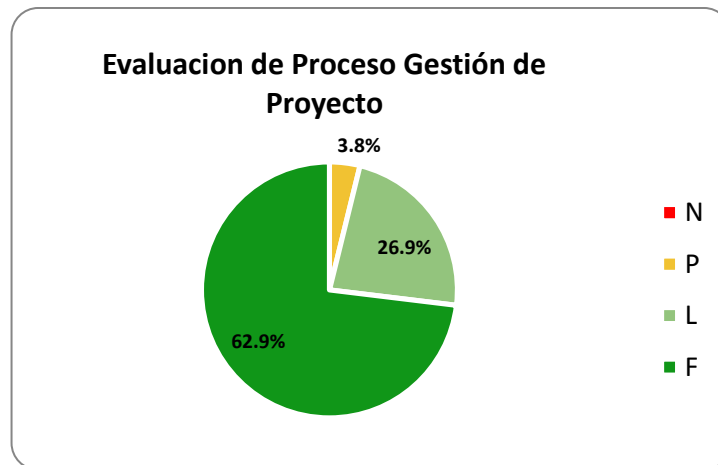
#### **4.2.4 Resultados obtenidos por proceso**

En esta sección se presenta los resultados obtenidos por proceso. Durante el diagnóstico realizado en la empresa Epsilon se identificó actividades practicadas que cumplen con los atributos de procesos definidos en el estándar utilizado; sin embargo, la frecuencia de este cumplimiento de actividades es relativa ya que depende del proceso. A continuación se presenta gráficamente la calificación de los atributos por cada proceso evaluado.

##### **Proceso: Gestión de Proyectos**

El objetivo de la evaluación para este proceso fue medir la gestión y el enfoque sistemático de llevar a cabo las tareas para la implementación de un proyecto cumpliendo con los objetivos del proyecto en términos de calidad, tiempo y costos. Se evaluó 26 atributos de los cuales 18 fueron calificados como “F”, 7 como “L” y solamente uno como “P”. Según la evaluación, el porcentaje del nivel de

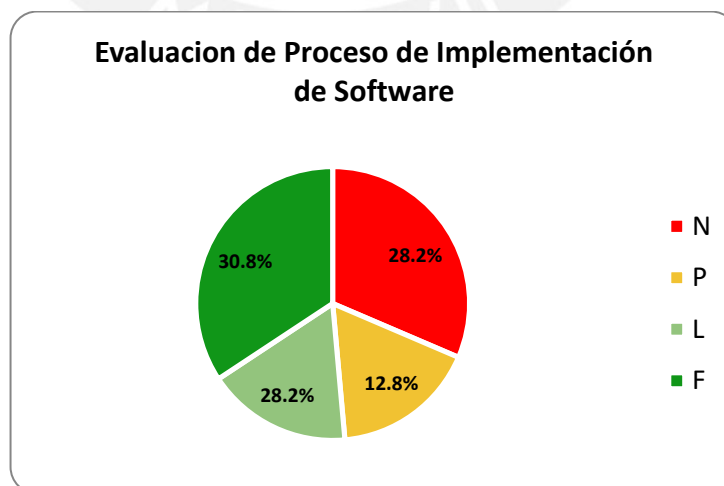
cumplimiento fue: 89.4%. En la Figura 4.3 se muestra la distribución de respuestas según las actividades realizadas:



**Figura 4.3: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Proyectos**

**Proceso: Implementación de Software**

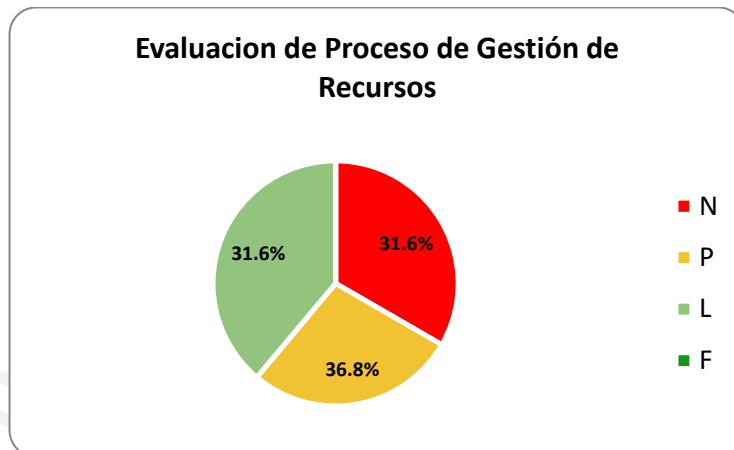
El objetivo de la evaluación para este proceso fue medir el rendimiento de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas para la implementación de un producto software acorde con los requisitos especificados. Se valió 39 atributos de los cuales 12 fueron calificados como “F”, 11 como “L”, 5 como “P”, 11 como “N” y 2 “No Aplica”. Según la evaluación, el porcentaje del nivel de cumplimiento fue: 51.9%. En la Figura 4.4 se muestra la distribución de respuestas según las actividades realizadas:



**Figura 4.4: Distribución de puntuación del proceso Implementación de Software**

### Proceso: Gestión de Recursos

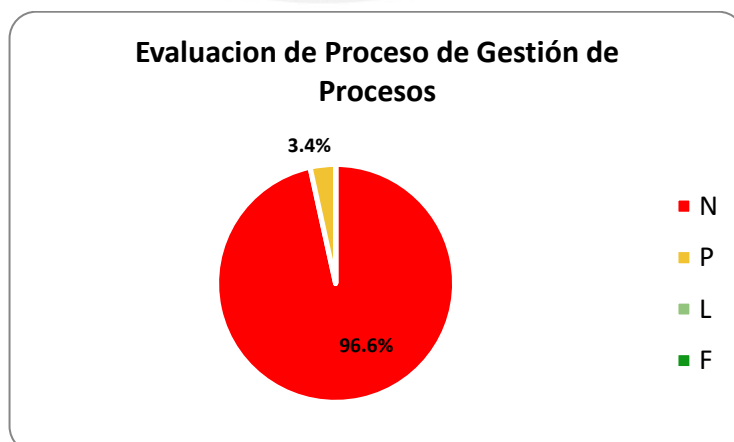
El objetivo de la evaluación para este proceso fue medir la capacidad de obtención y provisión de recursos necesarios para la organización. Se evaluó 19 atributos de los cuales 6 fueron calificados como “L”, 7 como “P” y 6 como “N”. Según la evaluación, el porcentaje del nivel de cumplimiento fue: 23.7%. En la Figura 4.5 se muestra la distribución de respuestas según las actividades realizadas:



**Figura 4.5: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Recursos**

### Proceso: Gestión de Procesos

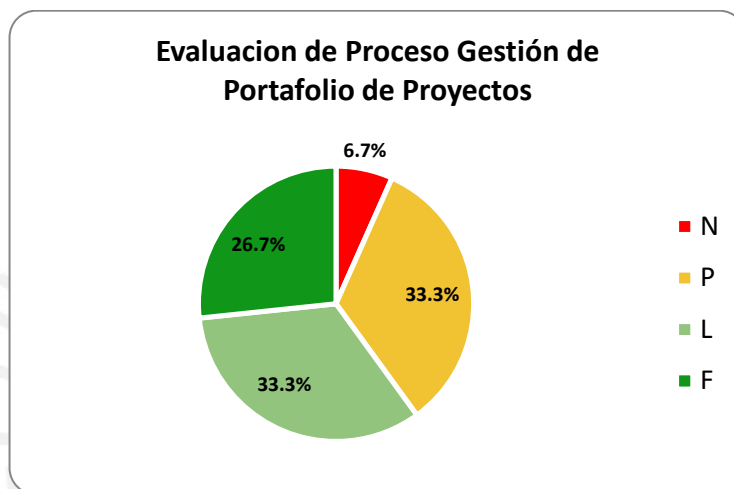
El objetivo de la evaluación para este proceso fue medir la capacidad de establecer y mejorar procesos organizacionales. Se evaluó 29 atributos de los cuales solamente uno fue calificado como “P” y los 28 restantes como “N”. Según la evaluación, el porcentaje del nivel de cumplimiento fue: 0%. En la Figura 4.6 se muestra la distribución de respuestas según las actividades realizadas:



**Figura 4.6: Distribución de puntuación del proceso Gestión de Procesos**

### Proceso: Gestión del Portafolio de Proyectos

El objetivo de la evaluación para este proceso fue medir la gestión para la generación de proyectos, supervisión del rendimiento de estos y el monitoreo de la satisfacción de los cliente. Se evaluó 15 atributos de los cuales 4 fueron calificados como “F”, 5 como “L”, 5 como “P” y uno como “N”. Según la evaluación, el porcentaje del nivel de cumplimiento fue: 51.7%. En la Figura 4.7 se muestra la distribución de respuestas según las actividades realizadas:



**Figura 4.7: Distribución de puntuación del proceso Gestión del Portafolio de Proyectos**

Finalmente, de los resultados obtenidos por proceso se concluyó que para cuatro de los cinco procesos evaluados era factible la ejecución de un ciclo de mejora. El proceso de Gestión de Proyectos cumplía con el nivel de capacidad esperado y por ende, se descartó como posible candidato a ser seleccionado para la mejora.

El director ejecutivo ya tenía cierto conocimiento del perfil básico del estándar ISO/IEC 29110, esto se ve reflejado en los resultados de ambos procesos correspondientes a dicho perfil (Gestión de Proyectos e Implementación de Software). No obstante, se desconocía totalmente de los otros procesos correspondientes al perfil intermedio del estándar.

Como parte de los resultados de la evaluación se identificó las principales fortalezas y oportunidades de mejora para cada uno de los procesos. Para ver a un alto nivel de detalle estos dos aspectos se puede ver el **Anexo 4 – REP**; mientras que, para



ver de manera general y resumida las principales fortalezas y oportunidades de mejora, se puede ver el **Anexo 5 – RSI**.

#### 4.2.5 Participantes y esfuerzo

Al inicio del proyecto ProCal-ProSer en la empresa Epsilon se realizó una presentación formal elaborada por el tesista que ejecutaría el proyecto de mejora y expuesta por el director ejecutivo de la empresa. Se coordinó reuniones con el gerente y se solicitó toda la documentación disponible para realizar un levantamiento de información de manera general sobre la empresa, su estructura organizacional, principales procesos y proyectos.

En cuanto a la evaluación diagnóstica, las entrevistas realizadas a los encargados de procesos para determinar el perfil de capacidades de la empresa tuvieron una duración de aproximadamente 2 horas. Estas entrevistas se basaron en un cuestionario elaborado por el equipo evaluador de ProCal-ProSer teniendo como base los lineamientos establecidos por la norma internacional NTP-ISO/IEC 15504.

En la Tabla 4.3 se muestra los roles del equipo organizacional y los procesos de los cuales están encargados los dueños de proceso.

Proceso	Encargado del proceso
Gestión de Proyectos	Director Ejecutivo
Implementación de Software	Director de Operaciones
Gestión de Recursos	Director Ejecutivo
Gestión de Procesos	Director Ejecutivo
Gestión del Portafolio de Proyectos	Director Ejecutivo

**Tabla 4.3: Dueños de proceso de Epsilon**

En cuanto al esfuerzo desplegado, la presentación inicial por parte del equipo evaluador tomó un tiempo adecuado ya que no se generó dudas al respecto y se comprendió rápidamente el propósito y la dinámica de la evaluación. Para los procesos del perfil básico se tomó un poco más de tiempo ya que Epsilon tiene conocimiento básico de este perfil y desarrolló estos procesos tomando como referencia el estándar ISO/IEC 29110.

Por otra parte, la empresa desconocía los lineamientos para los procesos del nivel intermedio, por lo que algunos de estos los desarrollaban de manera tácita (por el mismo día a día, no porque estén establecidos). Para estos procesos también se

tomó un tiempo adecuado; sin embargo, hubo un proceso donde el tiempo de evaluación fue extremadamente corto ya que dicho proceso se practicaba en su más mínimo nivel.

En la Tabla 4.4 se muestra el esfuerzo desplegado por el equipo organizacional de Epsilon en la evaluación diagnóstica realizada:

Proceso o actividad	Entrevistado	Esfuerzo (minutos)
Presentación de la evaluación	Todo el personal de Epsilon	20
Gestión de Proyectos	Director ejecutivo	20
Implementación de Software	Director de Operaciones	20
Gestión de Recursos	Director ejecutivo	15
Gestión de Procesos	Director ejecutivo	5
Gestión del Portafolio de Proyectos	Director ejecutivo	15
Presentación de resultados	Director ejecutivo	15
<b>Total de esfuerzo desplegado</b>		<b>110</b>

**Tabla 4.4: Esfuerzo invertido en el diagnóstico inicial**

### 4.3 Plan de mejora de procesos

La evaluación diagnóstica de la situación actual de los procesos, el levantamiento de información realizado y la revisión de la documentación disponible fueron factores que demostraron la poca capacidad de adhesión al inicio del proyecto de la empresa con algunos de los procesos planteados por el perfil básico e intermedio del estándar ISO/IEC 29110.

En esta sección se detalla el marco metodológico empleado para la priorización e identificación de procesos para el ciclo de mejora; así como también, las metas, actividades, roles y responsabilidades necesarias para lograr implementar mejoras en los procesos considerados. El plan de mejora de procesos está alineado a los objetivos de negocio y busca resolver problemas relevantes.

#### 4.3.1 Priorización de procesos

La priorización de procesos se realizó en base a dos factores, los objetivos de negocio de Epsilon y los principales problemas que afectan el cumplimiento de estos objetivos. Además, se realizó un análisis respecto a la contribución de la

implementación o mejora de los procesos del estándar en la resolución de los problemas mencionados. A continuación se detalla la priorización de procesos en dos dimensiones de análisis:

- Objetivos de negocio vs Problemas.
- Problemas vs Procesos del estándar.

### **Objetivos de negocio vs Problemas de negocio**

Se realizó reuniones con el director ejecutivo para relevar los objetivos de negocio de la empresa. Estos objetivos no estaban documentados en el plan estratégico; sin embargo, los objetivos estratégicos plasmados en el plan si estaban relacionados a los objetivos de negocio identificados. De la misma manera, se determinó los problemas de negocio que afectaba el alcance de los objetivos, procesos, proyectos y a la empresa en general.

En conjunto con el director ejecutivo se midió la importancia del cumplimiento del objetivo de negocio asignándole un peso dentro de una escala del 1 al 10, donde 1 significaba menor peso o importancia y 10 por otro lado, mayor peso o importancia. Asimismo, se midió el impacto de los problemas en la organización dentro de una escala del 1 al 10, donde 1 significaba menor impacto y 10 que el problema causaba un impacto mayor.

En la Tabla 4.5 se refleja los objetivos de negocio con sus respectivos pesos, mientras que en la Tabla 4.6 los problemas con su respectivo impacto:

<b>Id Obj</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso (%)</b>
ObjN 01	Aumentar las ventas en un "X%" anual.	7	17.95%
ObjN 02	Obtener una rentabilidad anual del "X%".	10	25.64%
ObjN 03	Aumentar la eficiencia de la producción en un "X%" para el próximo año.	9	23.08%
ObjN 04	Aumentar el número de colaboradores a "X" al finalizar el 2015.	5	12.82%
ObjN 05	Implementar "X" proyectos de desarrollo de software en el extranjero anualmente.	8	20.51%
<b>Total</b>		<b>39</b>	<b>100%</b>

**Tabla 4.5: Objetivos de negocio de Epsilon**

Id Prob	Descripción	Peso	Peso (%)
Prob 01	Falta de comunicación en el equipo con respecto a las tareas asignadas para cada uno y que guardan relación alguna.	6	17.14%
Prob 02	Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto.	8	22.86%
Prob 03	La curva de aprendizaje es alta con respecto a las tecnologías empleadas y a las nuevas que van surgiendo.	3	8.57%
Prob 04	Falta de planificación integral / corporativa de las TIC.	4	11.43%
Prob 05	Bajos niveles de promoción y marketing de los productos y servicios.	2	5.71%
Prob 06	Débil incorporación de buenas prácticas internacionales.	5	14.29%
Prob 07	No hay documentación necesaria ni actualizada para los procesos, todo se maneja por conocimiento neto.	7	20.00%
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>100%</b>

**Tabla 4.6: Problemas de negocio de Epsilon**

Además de realizar un análisis de ambos factores por separado, se determinó el impacto que tenían estos problemas en alcanzar los objetivos de negocio por lo que se realizó un análisis más integrado de estos factores considerando la siguiente escala de impacto:

- Alta: 4 puntos
- Media: 2 puntos
- Baja: 1 punto

Cabe resaltar que esta medición también se realizó en conjunto con el director ejecutivo de la empresa. El objetivo fue determinar el peso como valor de importancia en que afecta el problema al cumplimiento de los objetivos de negocio con la finalidad de realizar un análisis más completo de los problemas más significativos en la empresa.

En la Tabla 4.7 se refleja los resultados de esta evaluación:

			Prob 01	Prob 02	Prob 03	Prob 04	Prob 05	Prob 06	Prob 07
¿Cuál es el impacto que tiene el Problema con respecto del Objetivo de negocio?  Puede ser Alto, Medio o Bajo			Falta de comunicación en el equipo con respecto a las tareas asignadas para cada uno y que guardan relación alguna.	Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto.	La curva de aprendizaje es alta con respecto a las tecnologías empleadas y a las nuevas que van surgiendo.	Falta de planificación integral / corporativa de las TIC.	Bajos niveles de promoción y marketing de los productos y servicios.	Débil incorporación de buenas prácticas internacionales.	No hay documentación necesaria ni actualizada para los procesos, todo se maneja por conocimiento neto.
			17,14%	22,86%	8,57%	11,43%	5,71%	14,29%	20,00%
ObjN 01	Aumentar las ventas en un 30% anual.	17.95%	Media	Alta	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
ObjN 02	Obtener una rentabilidad anual del 25%.	25,64%	Media	Alta	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
ObjN 03	Aumentar la eficiencia de la producción en un 30% para el próximo año.	23.08%	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Alta	Alta
ObjN 04	Aumentar el número de colaboradores a 10 al finalizar el 2015.	12.82%	Baja	Baja	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
ObjN 05	Implementar 3 proyectos de desarrollo de software en el extranjero anualmente.	20.51%	Baja	Alta	Media	Media	Alta	Media	Media
<b>Evaluación de impacto</b>			<b>0.36</b>	<b>0.83</b>	<b>0.13</b>	<b>0.16</b>	<b>0.12</b>	<b>0.27</b>	<b>0.38</b>

**Tabla 4.7: Objetivos de negocio vs Problemas de negocio**

A continuación, se muestra como se calculó el peso para cada uno de los mapeos de evaluación de impacto de los problemas en los objetivos de negocio:

$$\text{Evaluación de impacto} = (\text{PesoProb}) * \sum_{i=1}^{i=5} (\text{PesoObjN})_i * (\text{Impacto})_i$$

En donde “PesoProb” es el impacto individual del problema el cual se encuentra debajo del mismo, “PesoObjN” hace referencia al peso individual del objetivo de negocio el cual se encuentra al lado derecho del objetivo y el “Impacto” se refiere a la clasificación asignada en Alta=4, Media=2 o Baja=1.

Por ejemplo, para calcular el impacto significativo del primer problema la formula sería la siguiente:

$$0.1714 * (0.1795*2 + 0.2564*2 + 0.2308*4 + 0.1282*1 + 0.2051*1) = \underline{\underline{0.36}}$$

Es importante resaltar que, los procesos de cálculo para este análisis (así como de los posteriores) se encuentran definidos en los formatos del proyecto ProCal-ProSer y son definidos por los investigadores.

De esta manera, se calculó el impacto de cada problema con respecto a los objetivos de la empresa, resultando los más significativos y de mayor impacto los siguientes:

- Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto = **0.83.**
- No hay documentación necesaria ni actualizada para los procesos, todo se maneja por conocimiento neto = **0.38.**
- Falta de comunicación en el equipo con respecto a las tareas asignadas para cada uno y que guardan relación alguna = **0.36.**

Posterior a este primer análisis, se procedió a determinar el impacto que tenía la implementación o mejora de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar en la resolución de los problemas previamente identificados.

### **Problemas de negocio vs Procesos del estándar**

Para finalizar la priorización y selección de procesos a realizar el ciclo de mejora se realizó un segundo análisis enfocado en el impacto de los problemas en los objetivos de negocio (primer análisis) y en la contribución de la implementación o mejora de los procesos del estándar. Se determinó cuáles de estos tenían mayor impacto en la solución de estos problemas que afectaban el rendimiento de la organización.

La dinámica para la obtención de datos fue similar al primer análisis. La metodología se basó en entrevistas y reuniones con el director ejecutivo de Epsilon para determinar el nivel de impacto de la ejecución de cada uno de los procesos del estándar cuya implementación permitiría disminuir la ocurrencia de los problemas identificados en la empresa. Cabe resaltar que el impacto de los procesos en los problemas y objetivos se midió en una escala similar al del primer análisis, es decir, Alta=4, Media=2 y Baja=1.



La fórmula usada para calcular los pesos para cada uno de los mapeos de evaluación de impacto de los procesos con respecto a los problemas fue la misma empleada en el primer análisis. Se multiplicó el peso de importancia del proceso (valor que se encuentra debajo del proceso) por la sumatoria de la multiplicación del peso del problema con respecto a los objetivos (valor a la derecha del problema) por la escala de impacto (Alta, Media o Baja). En la Tabla 4.8 se muestra los resultados de esta evaluación:

¿Cómo contribuye la implementación del Proceso en la resolución del Problema?  Puede ser Alto, Medio o Bajo			SI	PM	PSM	RM	PPM
			Implementación de Software	Gestión de Proyecto	Gestión de Procesos	Gestión de Recursos	Gestión de Portafolio de Proyectos
			20%	20%	20%	20%	20%
Prob 01	Falta de comunicación en el equipo con respecto a las tareas asignadas para cada uno y que guardan relación alguna.	0,36	Media	Media	Baja	Media	Media
Prob 02	Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto.	0,83	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Prob 03	La curva de aprendizaje es alta con respecto a las tecnologías empleadas y a las nuevas que van surgiendo.	0,13	Media	Baja	Baja	Media	Baja
Prob 04	Falta de planificación integral / corporativa de las TIC.	0,16	Alta	Media	Baja	Media	Media
Prob 05	Bajos niveles de promoción y marketing de los productos y servicios.	0,12	Baja	Media	Media	Baja	Alta
Prob 06	Débil incorporación de buenas prácticas internacionales.	0,27	Media	Media	Media	Media	Media
Prob 07	No hay documentación necesaria ni actualizada para los procesos, todo se maneja por conocimiento neto.	0,38	Media	Media	Alta	Media	Media
<b>Evaluación de impacto</b>			<b>0,95</b>	<b>1,21</b>	<b>0,76</b>	<b>0,88</b>	<b>1,25</b>

**Tabla 4.8: Problemas de negocio vs Procesos del estándar**

De esta manera, se estimó el nivel de impacto para cada uno de los procesos del estándar resultando los más significativos (que ayuden a lidiar y disminuir los problemas identificados respecto a los objetivos de negocio) los siguientes:

- Gestión de Portafolio de Proyectos = **1.25.**
- Gestión de Proyectos = **1.21.**
- Implementación de Software = **0.95.**

De los tres procesos que fueron identificados como candidatos a realizar el ciclo de mejora se escogieron dos. Debido que, el proceso de Gestión de Proyectos obtuvo una calificación de “F” al tener un alto porcentaje de nivel de cumplimiento se consideró como proceso realizado y que no sería necesario aplicarle un ciclo de mejora; por ende, los procesos seleccionados fueron los siguientes:

- Gestión de Portafolio de Proyectos
- Implementación de Software

#### **4.3.2 Propuesta de Plan de mejora**

La propuesta consideró ejecutar el plan de mejora a los procesos de Gestión de Portafolio de Proyectos e Implementación de Software debido a su impacto en el cumplimiento de los objetivos, así como en la resolución de problemas significativos en la organización. A continuación, se detalla los objetivos y propuestas de mejora para cada proceso, con el fin de solucionar los inconvenientes presentados en los proyectos durante nuestra estadía en la empresa. Cabe resaltar que, dichas propuestas también aportarán en el desarrollo de proyectos futuros.

#### **Objetivos de Mejora**

Para los procesos previamente seleccionados se planteó los siguientes objetivos de mejora, los cuales direccionaron los lineamientos para el plan de mejora de procesos. Además, dichos objetivos estuvieron asociados a los objetivos de negocio de la empresa, los problemas y los procesos del estándar ISO/IEC 29110.

**OM 1: Lograr una adhesión al proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos de al menos 86% de las prácticas del proceso, siendo el esperado de 95%.**

Durante la etapa de inducción y evaluación diagnóstica realizada en Epsilon, se identificó que la ejecución de este proceso tenía un alto nivel de dependencia del director ejecutivo, ya que como dueño de proceso todas las actividades del portafolio de proyectos se centralizaban en él, no había una adecuada distribución de roles ni documentación necesaria referente al proceso; por ende, la gestión del portafolio no era la más adecuada. La capacidad de adhesión o nivel de cumplimiento del proceso con respecto al estándar fue de 55% (Ver Tabla 4.2). Posterior a la ejecución del proyecto ProCal-ProSer, se planificó alcanzar el 85% de nivel de cumplimiento como mínimo para que el proceso tenga un grado de cumplimiento de “F” y así, un nivel de capacidad “1” o proceso realizado. Asimismo, el valor de 95% representa un valor esperado que incrementa la seguridad del logro.

Al mejorar este proceso se estimó impactar favorablemente en los siguientes objetivos de negocios:

- Obtener una rentabilidad anual de “X%”.
- Aumentar la eficiencia de la producción en un “X%” para el próximo año.
- Implementar “X” proyectos de desarrollo de software en el extranjero anualmente.

De la misma manera, se estimó atender los siguientes problemas identificados:

- Falta de comunicación en el equipo con respecto a las tareas asignadas para cada uno y que guardan relación alguna.
- Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto.
- Bajos niveles de promoción y marketing de los productos y servicios.

**OM 2: Lograr una adhesión al proceso de Implementación de Software de al menos 86% de las prácticas del proceso, siendo el esperado de 95%.**

Durante la etapa de inducción y evaluación diagnóstica realizada en Epsilon, se identificó que este proceso estaba más orientado a la parte codificable y había una pobre capacidad de documentación en cuanto a los artefactos del proceso. No se realizaban pruebas a un nivel adecuado, lo que generaba estar corrigiendo errores de manera continua y reiterativa. Al no tener documentación necesaria referente al proceso, surgieron retrasos en algunos proyectos con respecto a los tiempos ya establecidos con el cliente. La capacidad de adhesión o nivel de cumplimiento del proceso con respecto al estándar fue de 42.3% (Ver Tabla 4.2). Posterior a la ejecución del proyecto ProCal-ProSer, se planificó alcanzar el 85% de nivel de cumplimiento como mínimo para que el proceso tenga un grado de cumplimiento de “F” y así, un nivel de capacidad “1” o proceso realizado. Asimismo, el valor de 95% representa un valor esperado que incrementa la seguridad del logro.

Al mejorar este proceso se estimó impactar favorablemente en los siguientes objetivos de negocios:

- Obtener una rentabilidad anual de “X%”.
- Aumentar la eficiencia de la producción en un “X%” para el próximo año.
- Implementar “X” proyectos de desarrollo de software en el extranjero anualmente.

De la misma manera, se estimó atender los siguientes problemas identificados:

- Estimación errónea de los tiempos por persona (ritmo de trabajo) para cada tarea asignada por proyecto
- Falta de planificación integral y corporativa de las TIC.
- No hay documentación necesaria ni actualizada para los procesos, todo se maneja por conocimiento neto.

### **Gestión de Portafolio de Proyectos**

La selección del proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos fue realizada mediante un análisis previo de priorización considerando objetivos de negocio, problemas significativos de la empresa y el impacto de implementación de los procesos del perfil básico e intermedio del estándar ISO/IEC 29110. Este proceso fue considerado clave para iniciar el plan de mejora continua debido a su alto impacto en la organización (Ver tabla 4.8). Además, la mejora del proceso contribuyó a gestionar mejor la generación de proyectos, los recursos para establecer dichos proyectos y a darle un seguimiento más controlado en función a la satisfacción del cliente.

A continuación, se detallan los principales inconvenientes identificados en el desarrollo de la Gestión de Portafolio de Proyectos en la organización con respecto a las buenas prácticas sugeridas por el estándar; así como también, se presentan las propuestas de actividades de mejora para lidiar con dichos inconvenientes.

En base a los resultados de las entrevistas y evaluación diagnóstica realizada se determinó que el proceso presentaba algunas deficiencias en la fase de preparación, control y cierre de proyectos. Para la generación de proyectos, el dueño de proceso solo consideraba el impacto de estos y los registraba a demanda sin considerar otros factores clave. Además, se identificó que los roles no estaban correctamente definidos y la segregación de funciones no había sido establecida, por lo que todo el proceso se centralizaba en el dueño de proceso. En cuanto a las políticas del portafolio, estas no estaban documentadas y se manejaban por conocimiento neto del dueño de proceso y por experiencias con los proyectos del día a día.

En la fase de evaluación y control de los proyectos por cliente, se encontró un manejo individual en cuanto al análisis de progreso de cada proyecto sin el manejo

de un registro de correcciones en caso haya la necesidad de establecer acciones correctivas. Por otra parte, se identificó que el reporte del portafolio se obtenía de información del estado actual de los comentarios del proyecto y no se hacía un consolidado integrado del portafolio. Finalmente, en la fase de cierre de proyectos se detectó que no se documentaban las sugerencias de mejora, todo se manejaba por conocimiento del dueño de proceso lo que causaba dificultad en la retroalimentación del proceso y por ende, en la mejora de este.

Según lo mencionado previamente, la principal deficiencia del proceso fue la pobre capacidad de documentación, lo que dificultaba la gestión del portafolio. Sin embargo, se identificó que en la empresa se desarrollaban actividades alineadas a las buenas prácticas del proceso sugeridas por el estándar, esto se refleja en su nivel de cumplimiento de 51.7% (Ver tabla 4.2). Entonces, considerando estos factores en conjunto con el cumplimiento de los objetivos de mejora, se realizó las siguientes propuestas de mejora:

- Definir un formato de encuesta de satisfacción para monitorear y darle seguimiento a las observaciones, quejas y recomendaciones por parte de los clientes con la finalidad de medir su satisfacción.
- Documentar el proceso Gestión de Portafolio de Proyectos acorde al flujo de trabajo establecido en la empresa y a los lineamientos sugeridos por el estándar.
- Documentar las políticas del portafolio de proyectos, revisarlas y aprobarlas con el director ejecutivo en base a las necesidades y factibilidad del negocio.
- Definir indicadores que evalúen el progreso de avance de los proyectos del portafolio según los principales valores de impacto considerados por proyecto.
- Definir un esquema de trabajo a considerar para la generación de acciones correctivas en caso se encuentren problemas o desviaciones en los proyectos.
- Generar el reporte de portafolio de proyectos donde se refleje indicadores generales de evaluación por proyecto y los principales factores de éxito para la empresa en relación a portafolio.



### Implementación de Software

La selección del proceso de Implementación de Software fue realizada mediante un análisis similar al del proceso anterior (análisis de objetivos, problemas e impacto de los procesos del estándar). La mejora del proceso contribuyó a establecer la fase de diseño en un nivel adecuado y a concientizar la importancia de la documentación y no tanto a orientar el proceso solo a la parte codificable. Cabe resaltar que, el proceso está alineado en su mayor parte al estándar; sin embargo, aún se puede realizar las mejoras respectivas para incrementar su nivel de cumplimiento.

A continuación, se detallan los principales inconvenientes identificados en el desarrollo de la Implementación de Software en la organización con respecto a las buenas prácticas sugeridas por el estándar principalmente en la fase de diseño; así como también, se presentan las propuestas de actividades de mejora para lidiar con dichos inconvenientes.

En base a las entrevistas y a la evaluación diagnóstica se determinó que el proceso presentaba algunas deficiencias en la fase de diseño, dicha causa originaba problemas posteriores al momento de construir el software y realizar las pruebas respectivas. Principalmente, en la fase de arquitectura y diseño detallado se muestra un bosquejo de prototipos en función a las especificaciones de requisitos plasmados en el documento de análisis; sin embargo, los aspectos de diseño documentados son poco claros, se encuentran en desorden y no hay una segmentación adecuada para orientar al desarrollador.

Por otra parte, no se realizan casos de prueba funcionales a un nivel adecuado, todo componente o tarea se prueba de forma clásica al término de ser codificado y sin seguir un formato adecuado de pruebas. Sin tener la documentación necesaria para el diseño y las pruebas, se dificulta la verificación de ambos aspectos o se realiza a bajo nivel. Debido a lo mencionado anteriormente, en la fase de codificación el desarrollador tenía poco claro el diseño, lo que ocasionó en algunos casos constantes dudas, consultas y correcciones que conllevaron al retraso de la construcción y entrega del software con respecto a las fechas ya establecidas con el cliente. Finalmente, en la fase de integración y pruebas, no había un reporte de pruebas, los resultados de dichas pruebas quedaban en memoria y se manejaba según el criterio del programador.



Según lo mencionado previamente, la principal deficiencia del proceso fue la capacidad de documentación al igual que el proceso previo, lo que causaba en algunas ocasiones retrasos con los proyectos y cambios constantes en el diseño de los requisitos. Sin embargo, se identificó que en la empresa se desarrollaban actividades alineadas a las buenas prácticas del proceso sugeridas por el estándar, debido que la empresa ya tenía conocimiento del perfil básico y orientó su proceso al del estándar. Esto se refleja en su nivel de cumplimiento de 51.9% (Ver tabla 4.2). Entonces, considerando estos factores en conjunto con el cumplimiento de los objetivos de mejora, se realizó las siguientes propuestas de mejora:

- Redefinir la documentación de diseño actual que maneja la empresa para orientar mejor al desarrollador en cuestiones de diseño.
- Documentar el proceso Implementación de Software acorde al flujo de trabajo establecido en la empresa y a los lineamientos sugeridos por el estándar.
- Generar el registro de trazabilidad del software acorde con los requerimientos establecidos y actualizarlo según el diseño, la construcción y las pruebas.
- Definir un formato de casos de prueba funcionales basados en los requerimientos y el diseño establecido.
- Generar un reporte de pruebas en donde se refleje los resultados de las pruebas realizadas.

Para ver a detalle el plan de mejora se puede revisar el **Anexo 6 – PMP**.

#### **4.3.3 Diseño de procesos del Plan de mejora**

Posterior a la etapa de selección de procesos y a la definición de las propuestas de mejora, se procedió a rediseñar estos procesos acorde a dichas propuestas y a un conjunto buenas prácticas sugeridas por el estándar ISO/IEC 29110. Cabe mencionar que, no se optó por implementar nuevamente los procesos dado que ambos tenían un nivel de cumplimiento considerable en relación a las actividades sugeridas por el estándar.

Como el proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos obtuvo mayor puntuación en cuanto al impacto que genera en la empresa, se consideró como primer proceso a redefinir alineado a las propuestas de mejora y a las actividades sugeridas por el estándar. En esta sección se detalla la situación inicial de cada proceso en la

empresa y las principales actividades del estándar a considerar para el nuevo diseño de los procesos alineados al plan de mejora. Para ver a detalle la situación inicial de los procesos en la organización se puede revisar el **Anexo 5 – RSI**.

### **Gestión de Portafolio de Proyectos**

El proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos es el que tiene mayor impacto en la organización respecto al cumplimiento de sus objetivos de negocio y a la solución de los problemas significativos encontrados en la etapa de inducción. La mayor parte de proyectos que maneja la empresa están basados en modelos ERP y dirigidos a clientes nacionales como internacionales, por lo que su adecuada gestión a nivel de portafolio es vital. Cabe mencionar que este proceso se apoya en un sistema de gestión de proyectos lo que beneficia su control y seguimiento.

Lo primero que realiza la empresa antes de analizar la posibilidad de iniciar un proyecto es verificar que cuenta con los recursos necesarios. Para dicha labor, se realiza una gestión de recursos donde se focaliza en aspectos tales como el presupuesto disponible, los recursos humanos y los activos de la empresa. Posterior a esta etapa, viene la iniciativa de proyecto, en esta actividad se realiza una preventa del producto ERP y sus funcionalidades asociadas con la finalidad de cubrir con las necesidades del cliente. Si el cliente no cuenta con la madurez necesaria para la implementación del ERP, entonces se descarta el proyecto, lo principal es evaluar el nivel de interés del cliente.

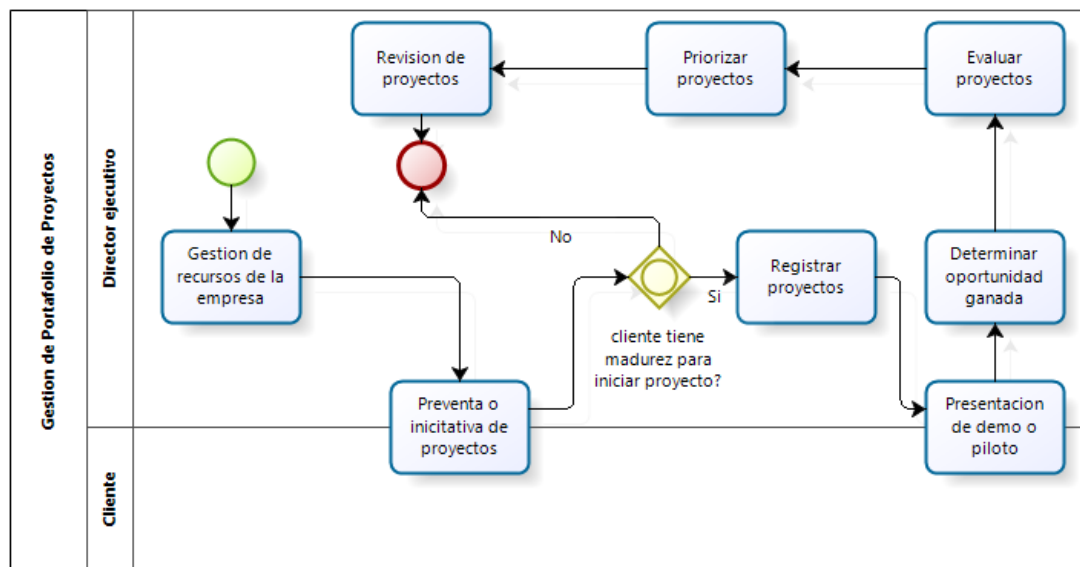
Luego viene la etapa de oportunidad, aquí es donde se genera un piloto o demostración del producto y se clasifica el nivel de interés del cliente en tres rangos: de 0% a 50%, de 50% a 80% y de 80% a 100%. Al nivel de interés se le denomina oportunidad ganada. Cabe resaltar que los clientes que generan una oportunidad ganada mayor a 80% (tercer rango) generan mayor ganancias para la empresa; por ende, la oportunidad ganada se considera un fuerte criterio de priorización.

Posteriormente, viene la evaluación de proyectos, aquí los proyectos se catalogan según su tipo y según su presupuesto asociado es que se inicia con la implementación. Los proyectos se registran en el sistema de apoyo que maneja la empresa para la gestión de proyectos, lo que permite tenerlos mapeados y así, darles seguimiento. A continuación, se realiza la priorización, esta etapa se enfoca básicamente en la fecha de entrega del producto y en el impacto o valor agregado

que brinda a la organización. Es importante remarcar que la medición de este impacto resulta tediosa y complicada debido a la falta de indicadores.

Finalmente, viene la etapa de revisión, aquí se realiza un control más detallado de los proyectos del portafolio en donde se evalúan factores a nivel de costo, alcance y tiempo. El sistema de gestión de proyectos también brinda soporte para esta tarea de revisión.

La primera versión del diagrama BPMN de la situación inicial fue presentada al director ejecutivo (él también era el dueño de proceso) de la empresa. Recopilando sus observaciones y comentarios respecto al bosquejo inicial, se actualizó el diagrama y fue aprobado. En la Figura 4.8 se representa el flujo de actividades iniciales del proceso:



**Figura 4.8: Diagrama inicial de proceso Gestión de Portafolio de Proyectos**

Para darle un nuevo diseño a la estructura actual del proceso se tomó como referencia el proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos correspondiente al perfil intermedio de la ISO/IEC 29110. El estándar sugiere cuatro actividades principales para la gestión del portafolio:

- Preparación y organización.
- Generar y activar proyectos.
- Evaluar y controlar los proyectos.
- Cierre de la organización de los proyectos.

Dentro de cada actividad definida en el perfil intermedio del estándar se determinan tareas, productos de entrada, productos intermedios, productos de salida y roles de los participantes asociados. Esta propuesta para redefinir el proceso fue ajustada a la realidad de Epsilon como empresa, a la disponibilidad de sus recursos y a su metodología de trabajo para gestionar el portafolio y proyectos individuales. Los objetivos que se estimó alcanzar con esta nueva propuesta de diseño; los cuales además, estén alineados a los objetivos de mejora descritos en la sección anterior fueron los siguientes:

- **O1:** Contenido técnico disponible para generar proyectos y establecer acuerdos formales con el cliente con la finalidad de monitorear su satisfacción.
- **O2:** Roles y responsabilidades definidas para la gestión de proyectos.
- **O3:** Planes de proyecto revisados, el progreso de las metas establecidas es supervisado y se toman las medidas apropiadas en caso los objetivos no sean alcanzados.

Con el cumplimiento de los objetivos, se estima mejorar el flujo de proceso actual y disminuir el impacto de los problemas asociados a este proceso. Se proyecta una mejora en la gestión del portafolio, con lo cual habrá una mejor organización y control de los proyectos.

Asimismo, se considera que las actividades sugeridas por el estándar deben cumplirse disciplinadamente y además, que el equipo asignado a los proyectos piloto a trabajar este totalmente comprometido con el proyecto.

### **Implementación de Software**

El proceso de Implementación de Software tiene un papel fundamental en Epsilon, debido que la empresa cuenta con una cartera importante de clientes para los cuales se desarrolla software a medida basados en modelos de ERP, es importante tener un flujo de desarrollo bien definido y alineado a buenas prácticas para el desarrollo del producto software acorde a las necesidades del cliente. Cabe resaltar que, la empresa hace énfasis en metodologías ágiles para el desarrollo de software.

Lo primero que se realiza es elaborar el documento de análisis y diseño en base a reuniones previas con el cliente y a la identificación de sus necesidades. Cabe resaltar que los requisitos se modelan en diagramas BPMN, en donde se refleja el

flujo de proceso a seguir solicitado por el cliente y las especificaciones de los requisitos previamente identificados. El documento de análisis presenta trazabilidad en cuanto a los requisitos, módulos asignados y procesos relacionados.

Posterior al análisis, se procede con la generación de historias de usuario. Las historias de usuario son similares a los casos de uso y además, muestran aspectos generales y detallados de diseño para orientar la tarea de codificación del desarrollador. En cada historia de usuario se describe el prototipo, la trazabilidad con el modulo, el nombre de la historia asociada al requisito y especificaciones de la parte de análisis; además, cuenta con una sección de criterios de aceptación en donde se detallan las principales observaciones de diseño a considerar para la implementación.

Luego de esta etapa de diseño, se distribuye la carga de trabajo adjuntando las historias de usuario a determinadas tareas, las cuales se asignan al equipo de desarrollo para su implementación. En la etapa de construcción, cada fragmento de codificación asociado a una historia de usuario es almacenado en el repositorio de código con un nombre relacionado a dicha historia de usuario; en otras palabras, se sigue manteniendo la trazabilidad. No obstante, toda la trazabilidad es interna y no se cuenta con un registro.

Finalmente, el jefe de proceso revisa el código puesto en el repositorio y realiza las observaciones del caso. Este flujo se sigue para cada “Sprint” hasta finalizar el producto software. Es importante mencionar que, se cuenta con un manual de usuario donde se detallan funcionalidades del ERP y además, se cuenta con mementos o especificaciones técnicas del ERP (manual técnico).

La primera versión del diagrama BPMN de la situación inicial fue presentada al dueño de proceso y al director ejecutivo de Epsilon. Recopilando sus observaciones y comentarios respecto al bosquejo inicial, se actualizo el diagrama y fue aprobado por ambas entidades de la empresa. En la Figura 4.9 se representa el flujo de actividades iniciales del proceso:

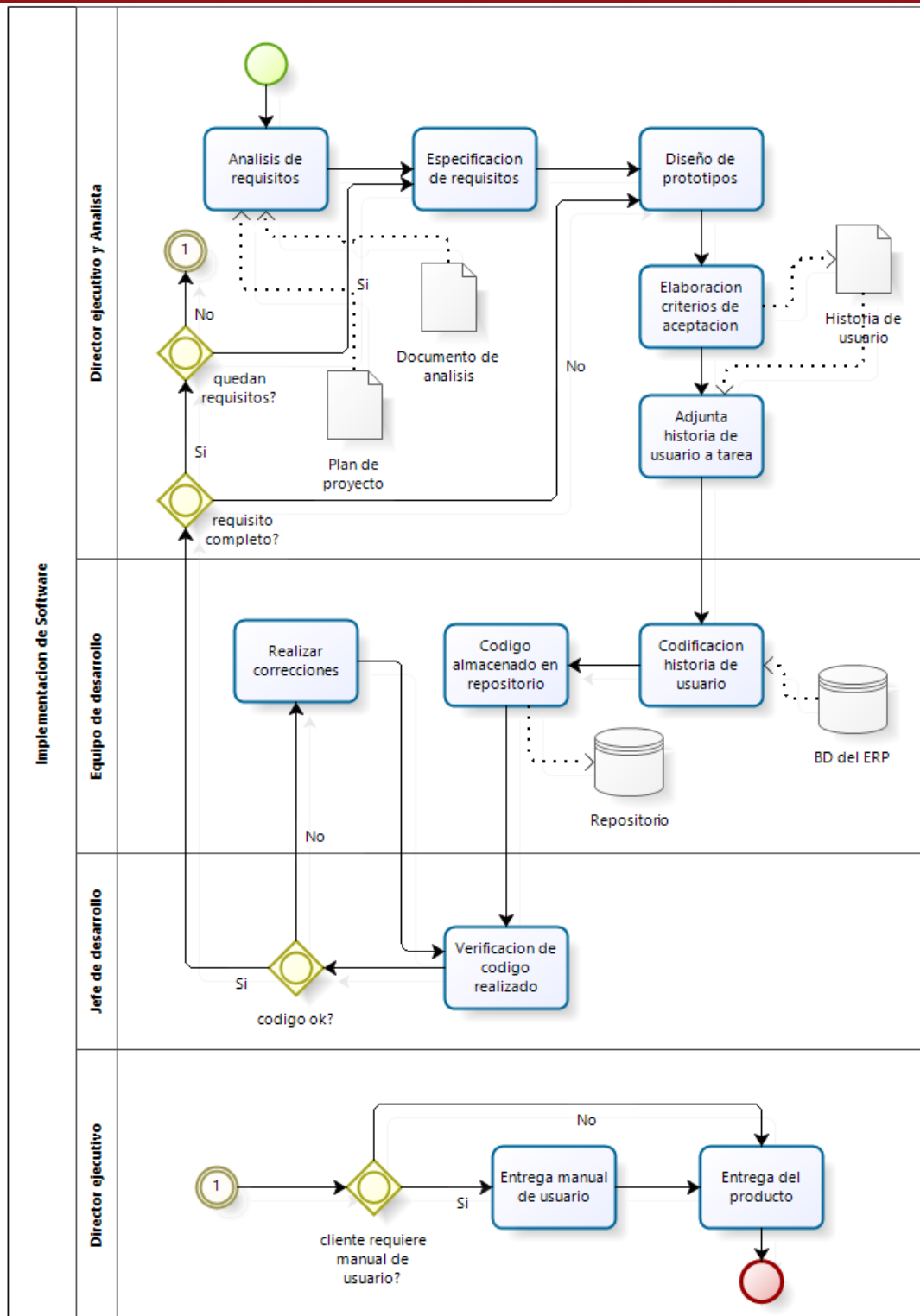


Figura 4.9: Diagrama inicial de proceso Implementación de Software

Para darle un nuevo diseño a la estructura actual del proceso se tomó como referencia el proceso de Implementación de Software correspondiente al perfil básico de la ISO/IEC 29110. El estándar sugiere cuatro actividades principales para el desarrollo de software:



- Iniciación con la implementación de software.
- Análisis de requerimientos software.
- Arquitectura de software y diseño detallado.
- Construcción del software.
- Integración del software y pruebas.
- Entrega del producto.

Dentro de cada actividad definida en el perfil básico del estándar se determinan tareas, productos de entrada, productos intermedios, productos de salida y roles de los participantes asociados. Esta propuesta para redefinir el proceso fue ajustada a la realidad de Epsilon como empresa y a la disponibilidad de sus recursos. Los objetivos que se estimó alcanzar con esta nueva propuesta de diseño; los cuales además, estén alineados a los objetivos de mejora descritos en la sección anterior fueron los siguientes:

- **O1:** Tareas de las actividades realizadas para el logro del plan de proyecto.
- **O2:** Requerimientos software definidos, analizados (para su exactitud y prueba), aprobados por el cliente, registrados y comunicados.
- **O3:** Arquitectura y diseño desarrollados y registrados, describe componentes e interfaces, la consistencia y trazabilidad de requerimientos es establecida.
- **O4:** Componentes producidos según diseño, pruebas unitarias realizadas y alineadas a requerimientos y diseño. Establecer trazabilidad de componentes.
- **O5:** Software producido según integración de componentes y verificado según casos de prueba, registrar resultados de prueba y establecer trazabilidad.
- **O6:** La configuración de software cumple con la especificación de requisitos acorde con el cliente, incluye documentación de usuario, operación y mantenimiento. La documentación es registrada en el repositorio del proyecto.
- **O7:** Tareas de validación y verificación respecto al producto y sus artefactos son registrados en sus respectivos registros.

Con el cumplimiento de los objetivos, se estima mejorar el flujo de proceso actual y disminuir el impacto de los problemas asociados a este proceso. Se proyecta una

mejora en el ritmo de trabajo de tal forma que ya no haya retraso con tareas internas y por ende, retrasos con la entrega del producto final. Asimismo, se considera que las actividades sugeridas por el estándar deben cumplirse disciplinadamente y además, que el equipo asignado a los proyectos piloto a trabajar este totalmente comprometido con el proyecto.

#### **4.4 Ejecución de las mejoras**

Para la ejecución de las propuestas de mejora definidas en la sección anterior se procedió a identificar los proyectos más relevantes de la empresa que se encontraban en curso en este instante de tiempo. Principalmente, para la selección de estos pilotos se consideró el tiempo de vida del proyecto y se priorizó que sea relativamente corto con la finalidad de tener evidencia de una optimización del proceso mediante indicadores de mejora definidos en los documentos de propuestas de cambio (propuestas de mejora).

En esta sección se describe la planificación realizada para ejecutar las mejoras en los proyectos piloto seleccionados para ambos procesos, así como también la situación de mejora actual para cada proceso estableciendo ya como parte del flujo de trabajo las propuestas de mejora.

##### **4.4.1 Planificación de micro ciclos de mejora**

Luego de desarrollar las propuestas de mejora, estas fueron presentadas formalmente al director ejecutivo y al jefe de operaciones para su respectiva aprobación. Posterior a la aprobación de las propuestas, se explicó a detalle los indicadores de mejora definidos para cada propuesta de cambio, los cuales tenían el objetivo de medir cuantitativamente los efectos de la mejora en los procesos según una periodicidad de tiempo asignada.

Entonces, ya con las mejoras definidas y aprobadas se procedió a identificar la factibilidad de ejecución de estas mejoras en proyectos piloto. Para esto, se priorizó dos características del proyecto:

- La oportunidad ganada generada por el proyecto; es decir, se priorizó los proyectos cuyos clientes mostraban un alto nivel de interés en la implementación del ERP.

- El tiempo de vida del proyecto; en otras palabras, se priorizó los proyectos de tiempo de vida relativamente corto con la finalidad de alcanzar a ver las mejoras reflejadas en el flujo de desarrollo de ambos procesos.

Finalmente, con los criterios de selección previamente mencionados se llegó a la conclusión de elegir dos proyectos piloto para la ejecución de las propuestas de mejora. En conjunto con el director ejecutivo, se coordinó en una reunión las fechas en las cuales las propuestas ya iban a integrar parte del flujo de desarrollo de ambos procesos; cabe resaltar que, los proyectos seleccionados ya estaban en marcha pero en un nivel de inicio considerable como para empezar a ejecutar las mejoras.

Además, es importante mencionar que no hubo problemas con el uso de las mejoras dado que, tanto el personal de la empresa como los jefe de proceso asignados para integrar las propuestas al flujo de trabajo fueron capacitados en una breve reunión donde se explicó el manejo de las plantillas y formatos elaborados.

Por otra parte, luego del desarrollo de las propuestas y antes de ponerlas en ejecución, estas fueron colocadas en la nube (Google Drive) de la empresa con indicaciones de uso y ejemplos sencillos de cómo se debería usar cada propuesta de mejora con la finalidad de facilitar su manejo y disminuir dudas al momento de ejecutar dichas mejoras en los pilotos seleccionados.

#### **4.4.2 Situación de mejora propuesta: Gestión de Portafolio de Proyectos**

Debido que el proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos fue el que generó mayor impacto en la empresa, se optó por este proceso para empezar con la ejecución de mejoras. El flujo de proceso propuesto alineado al estándar considera ciertas etapas que no se reflejan en el flujo de trabajo inicial.

Por lo tanto, para cumplir con su desarrollo mediante los nuevos artefactos e indicadores propuestos como mejora, se designó a un responsable, el cual sería el jefe de proceso o el encargado de proyectos a nivel de portafolio. Esta persona era responsable de asegurar tanto el cumplimiento de las actividades, como el buen manejo de las propuestas de cambio para obtener los resultados esperados.

El propósito de la adhesión de estas mejoras al flujo de actividades del proceso fue generar proyectos acorde a las posibilidades de recursos de la empresa y a

mecanismos o políticas para una adecuada gestión tanto del portafolio como de la relación con los clientes potenciales. Asimismo, para la evaluación de proyectos, se buscó un seguimiento y control más estricto por parte del jefe de portafolio con respecto a la cartera de proyectos en curso, de tal forma que se pueda ver reflejado el estado de avance de los proyectos y del portafolio en indicadores, los cuales consideran diversos factores de éxito para la organización. De esta manera, se podrá tomar las medidas correctivas del caso entre otras decisiones basadas en el resultado de los indicadores propuestos.

Finalmente, se consideró como factor clave del proceso medir la satisfacción del cliente; por ende, el propósito de adhesión de las mejoras también recae sobre este hecho. A continuación se detalla la adhesión de mejoras en las principales actividades del proceso, el nuevo flujo de desarrollo del proceso propuesto e indicadores de mejora para medir cuantitativamente los efectos de las propuestas en los proyectos piloto.

#### **Adhesión de mejoras en principales actividades**

La ejecución de mejoras en las principales actividades del proceso no tuvo mayor inconveniente ya que se adaptaron al flujo de trabajo de manera rápida y sin la necesidad de hacer cambios relevantes en el diseño ya establecido del proceso.

La capacitación previa y el material proporcionado por parte del tesista fueron suficientes para integrar sin problemas los nuevos artefactos y actividades sugeridas al flujo inicial del proceso. Cabe resaltar que, el objetivo del proyecto de mejora siempre fue ese, adaptar las buenas prácticas del estándar acorde a la realidad de la empresa sin realizar cambios que impacten de manera significativa en el desarrollo de los procesos.

Entonces, la adhesión de mejoras en las principales actividades del proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos se realizó de la siguiente manera:

- **Preparación y organización:** Para esta etapa, se identificó que se gestionaban adecuadamente los recursos para la iniciación de proyectos y había un esquema de trabajo para organizar proyectos ya establecido; sin embargo, no habían políticas formales.

La propuesta de cambio se basó en la documentación formal de las políticas del proceso que aseguren el manejo eficiente del portafolio de proyectos. Para cumplir con dicho objetivo, se elaboró una plantilla a seguir en conjunto con el director ejecutivo considerando los principales factores del proceso y el flujo de desarrollo del mismo.

Se espera que todo el personal tenga acceso a esta documentación y puedan tener una base de conocimiento sólida respecto al proceso, en caso el jefe de proceso no se encuentre disponible o el proceso este sujeto a cambios, todos podrán estar al tanto de la situación.

Finalmente, se propuso incorporar al flujo de actividades del proceso una actividad enfocada en la revisión y aprobación de estas políticas al momento de iniciar con la preparación y organización de proyectos. Para mayor detalle de la propuesta de mejora revisar el **Anexo 11**.

- **Generar y activar proyectos:** Para esta etapa, se identificó que se realizaban actividades para la generación y activación de proyectos, entre las más importantes por ejemplo, se realizaba una preventa del producto y la propuesta técnica correspondiente; no obstante, no había un registro adecuado de proyectos que refleje las estimaciones necesarias para medir su avance y progreso.

Entonces, se elaboró una plantilla para gestionar los proyectos a un nivel general de actividades, facilitando aspectos de control y seguimiento para dichas actividades. Además, en esta plantilla se registran estimaciones claras para costos, esfuerzos, avance, desviaciones, entre otros factores; las cuales, se pueden ver reflejadas en indicadores automatizados propuestos con la finalidad de medir el progreso del proyecto.

Finalmente, se propuso incorporar el uso de este formato dentro del flujo de desarrollo del proceso, dicho formato estaría plasmado en una actividad al momento de registrar el proyecto con sus respectivos elementos. Para un mayor detalle de la propuesta de mejora revisar el **Anexo 12**.



Asimismo, se incorporó al flujo del proceso una propuesta más de mejora basada en la medición de satisfacción del cliente. Para este fin, se elaboró un formato de encuesta de satisfacción con su respectivo consolidado de respuestas el cual sería gestionado por el jefe de proceso mediante la nube (Google Drive).

Con este mecanismo, se tendrá al instante las quejas o recomendaciones hechas por el cliente, además de medir la calidad del servicio brindado. Para un mayor detalle de esta propuesta de mejora se puede revisar el **Anexo 15**.

- **Evaluación y control de proyectos:** Para esta etapa, se identificó que se tenía una correcta agenda de proyectos; sin embargo, no se realizaban mediciones adecuadas que brinden sustento del avance o progreso de los proyectos tanto a nivel individual como de portafolio, ni tampoco había un marco de trabajo a seguir para las acciones correctivas a tomar que engloben a los problemas o desviaciones encontradas en las tareas.

Entonces, la propuesta de cambio se basó en la elaboración de un consolidado donde se podrá dar seguimiento a todos los proyectos mediante indicadores generales calculados automáticamente de los registros de avance los proyectos. Mediante una macro de apoyo se podrá consolidar información de los proyectos y se presentará de manera ordenada y entendible una serie de indicadores para el jefe del portafolio. Además, se propuso nuevos factores de éxito en conjunto con el director ejecutivo, dichos factores también aportaran en la toma de decisiones para gestionar adecuadamente el portafolio.

Finalmente, se estableció una actividad adicional dentro del flujo de desarrollo del proceso en donde se realizaba una evaluación y control tanto a nivel individual como a nivel de consolidado o portafolio, esto con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones correspondiente a la etapa de priorización.

A continuación, se presenta una breve descripción de los indicadores más críticos considerados en el consolidado propuesto:



- Indicador de progreso del costo (IPC): % del costo real respecto al presupuestado.
- Indicador de progreso de esfuerzo (IPE): % del esfuerzo real respecto al estimado.
- Indicador general de avance (IGA): % del avance real respecto al avance esperado.
- Indicador de acciones correctivas (IAC): % de acciones correctivas a tomar respecto al total de tareas.
- Indicador de riesgos encontrados (IRE): % de riesgos encontrados respecto a los estimados en el plan de proyecto.
- Indicador de riesgos mitigados (IRM): % de riesgos mitigados respecto al total de riesgos encontrados.

Para mayor detalle de la propuesta de mejora revisar el **Anexo 13**.

Asimismo, también se elaboró una plantilla que refleja un esquema de trabajo a seguir para la toma de acciones correctivas. Esta plantilla se apoya en una macro que extrae todas las desviaciones encontradas en los registros de avance de los proyectos con sus respectivos indicadores con la finalidad de atender las que tengan mayor impacto.

Con esta metodología, se facilitará el uso de un registro de acciones correctivas. Para un mayor detalle de la propuesta de mejora se puede revisar el **Anexo 14**.

- **Cierre de organización del proyecto**: En esta fase no hay propuestas, se cierra adecuadamente los proyectos mediante el correspondiente registro de aceptación aprobado el cliente.

### **Flujo propuesto de desarrollo para el proceso**

Según la ejecución de mejoras en las diferentes etapas del proceso tal como se describió en la sección anterior, se definió un nuevo flujo de desarrollo.

A continuación, en la Tabla 4.9 se explica la nueva propuesta de flujo de actividades acorde a las propuestas planteadas y a las sugerencias brindadas por el estándar:

ID Actividad	Roles involucrados	Actividad
1	Director ejecutivo	Verificar las necesidades de recursos en la empresa para iniciar proyectos.
2	Director ejecutivo	Generar las políticas de portafolio, verificarlas o actualizarlas en caso ya existan, acorde a las necesidades del negocio.
3	Director ejecutivo	Revisar agenda de proyectos y analizar la factibilidad de un posible registro de proyecto.
4	Director ejecutivo y cliente	Realizar preventa del producto ERP y sus funcionalidades asociadas, con la finalidad de cubrir las necesidades del cliente.
5	Director ejecutivo	Evaluar madurez del cliente para la implementación del ERP. Si no cuenta con la madurez necesaria, se descarta el proyecto; por el contrario, se registra el proyecto en el sistema y en el registro de avance.
6	Director ejecutivo y cliente	Generar piloto o demostración del producto hacia el cliente para determinar su nivel de interés (oportunidad ganada).
7	Director ejecutivo	Catalogar proyectos según diversos factores: tipo, presupuesto y fecha de entrega.
8	Director ejecutivo	Actualizar los indicadores y factores de éxito a nivel de portafolio (consolidado), con la finalidad de fortalecer los criterios para priorizar proyectos.
9	Director ejecutivo	Enviar encuestas de satisfacción periódicamente a los clientes con la finalidad de medir la calidad del servicio brindado y recopilar quejas, recomendaciones u observaciones hechas por el cliente.
10	Director ejecutivo	Priorizar proyectos en base a resultados cuantitativos reflejados en los indicadores y factores de éxito del consolidado a nivel de portafolio.
11	Director ejecutivo	Revisar proyectos a nivel individual en base a los indicadores del registro de avance propuesto con la finalidad de identificar posibles problemas o desviaciones en las tareas del proyecto.
12	Director ejecutivo	Identificar actividades que presentan problemas o desviaciones según los indicadores de progreso del registro de avance.
13	Director ejecutivo	Seguir el esquema de trabajo propuesto de acciones correctivas a tomar, para las tareas del proyecto que presenten problemas o desviaciones.
14	Director ejecutivo	Cierre de proyectos según acuerdo con los clientes.

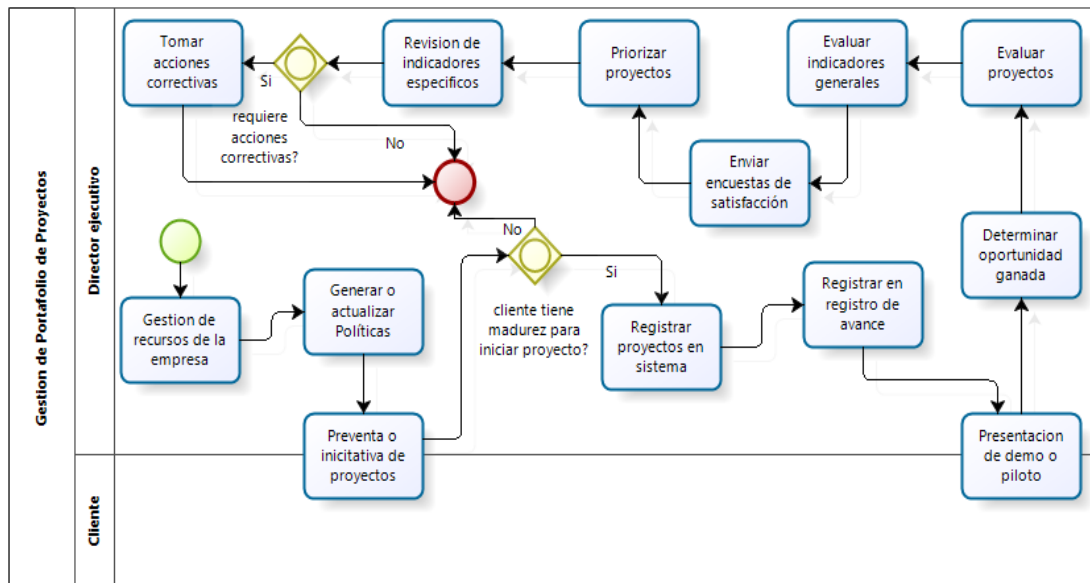
**Tabla 4.9: Flujo de actividades propuesto para proceso Gestión de Portafolio de Proyectos**

Se ejecutaron dos pilotos para poner a prueba las propuestas de mejora del proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos y se cumplió en su gran mayoría respecto a las actividades sugeridas por el estándar. Para estos pilotos estuvieron involucrados el jefe de proceso y el analista funcional. En un trabajo conjunto del personal mencionado y el tesista se monitoreo el cumplimiento de las actividades y el buen uso de los artefactos propuestos obteniendo resultados satisfactorios.

En la Tabla 4.9 se muestra el porcentaje de cumplimiento de las actividades alineado a las recomendaciones del estándar, mientras que en la Figura 4.10 se refleja el nuevo diagrama de proceso después de la ejecución de las mejoras:

Etapas y actividades propuestas		Piloto 1		Piloto 2	
Etapas	Actividades	Act. cumplidas	% de cumplimiento	Act. cumplidas	% de cumplimiento
Preparación y organización	5	4	80%	4	80%
Generar y activar proyecto	4	3	75%	3	75%
Evaluar y controlar proyectos	4	3	75%	2	50%
Cierre de organización de proyectos	2	1	50%	1	50%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>73%</b>	<b>10</b>	<b>67%</b>

**Tabla 4.10: Cumplimiento de actividades en pilotos para la Gestión de Portafolio de Proyectos**



**Figura 4.10: Diagrama propuesto de proceso Gestión de Portafolio de Proyectos**

### **Indicadores de mejora**

Para evidenciar que las mejoras generaron un impacto positivo en el desarrollo de los proyectos y en general, en los procesos de la organización, se definió una serie de indicadores y métricas de mejora asociados a cada propuesta de mejora con la finalidad de tener evidencia formal y cuantitativa de los beneficios de la ejecución de las mejoras y por ende, del ciclo de mejora en general. En esta sección, se presenta una descripción de cada indicador o métrica, su método de cálculo y sus valores obtenidos al iniciar con la ejecución de las mejoras y los valores proyectados después de un periodo de tiempo.

- **Indicador: Conocimiento de políticas**

- **Descripción:** Este indicador mide de manera simple cuantos trabajadores de la empresa tienen conocimiento del proceso Gestión de Portafolio de Proyectos y de las políticas para su gestión.
- **Formula:** #cantidad de trabajadores conocedores del proceso / #total de trabajadores.
- **Valor inicial:**  $1 / 10 = 10\%$ .
- **Valor obtenido:**  $3 / 10 = 30\%$  (medición a 15 días).

- Interpretación: Mejoró un 20%, en otras palabras, mayor cantidad de colaboradores ya tienen conocimiento de las políticas del proceso. Valores próximos a 1 indica que una buena proporción de colaboradores tiene conocimiento de las políticas del proceso; por otro lado, valores próximos a 0 indica que muy pocos trabajadores tienen conocimiento de estas políticas.
  
- **Indicador: Avance general del proyecto**
  - Descripción: Este indicador refleja el nivel de avance real de los proyectos tomando como base el nivel de avance esperado previamente calculado.
  - Formula: Indicador de Avance Real / Indicador de Avance Esperado. Ambos indicadores se calculan automáticamente de la plantilla propuesta registro de avance.
  - Valor inicial: Indefinido.
  - Valor obtenido:  $65.7\% / 89\% = 74\%$  (medición a 15 días y considerando un proyecto piloto).
  - Interpretación: El avance real del proyecto está a un 74% en relación a las horas estimadas en este instante de tiempo. Valores próximos a 1 indica que el avance del proyecto es óptimo en cuanto a las horas estimadas; por otro lado, valores próximos a 0 indica que hay retrasos en el cumplimiento de tareas o una mala estimación de horas.
  
- **Indicador: Generación de indicadores por proyecto**
  - Descripción: Este indicador muestra la cantidad de indicadores útiles que se generan por proyecto a partir del consolidado de proyectos propuestos y de los registros de avance.
  - Formula: #cantidad de indicadores generados por proyecto.
  - Valor inicial: 0.
  - Valor obtenido: 6 (medición a 15 días y considerando un proyecto piloto).
  - Interpretación: Se obtiene el valor óptimo dado que si se ingresan correctamente los registros de avance, se generan 6 indicadores (IPC, IPE, IGA, IAC, IRE, IRM). Cabe mencionar que, las

abreviaciones así como la descripción de estos indicadores están descritas en la parte de “Adhesión de mejoras en principales actividades” de la presente sección, en la etapa de evaluación y control de proyectos.

- **Indicador: Actividades con desviaciones o problemas**

- Descripción: Este indicador muestra cuantas actividades presentan problemas o desviaciones con respecto a la cantidad total de actividades planificadas para el proyecto.
- Formula:  $\# \text{cantidad de actividades que presentan desviaciones} / \# \text{cantidad total de actividades}$ .
- Valor inicial:  $3 / 15 = 20\%$ .
- Valor obtenido:  $2 / 15 = 13\%$  (medición a 15 días y de un proyecto piloto).
- Interpretación: Mejoró un 7%, en otras palabras, el esquema de acciones correctivas contribuye en reducir las desviaciones por proyecto. Valores próximos a 1 indica que muchas actividades tienen problemas, esto puede traer consecuencias negativas en el desarrollo del proyecto. Por otro lado, valores próximos a 0 indica que el proyecto va por buen camino, dado que pocas actividades han presentado desviaciones.

- **Indicador: Satisfacción del cliente**

- Descripción: Este indicador medirá si el cliente está realmente satisfecho con la empresa en relación al proyecto acordado.
- Formula:  $(X1 + X2 + X3 + \dots + Xn) / \# \text{cantidad total de encuestas realizadas al cliente}$ .

En donde la variable general “Xn” representa un valor cuantitativo entero en el rango de 1 a 5, el cual hace referencia a la respuesta de la pregunta 3 de la encuesta número “n” enviada al cliente. Para revisar a detalle la estructura de la pregunta 3 de la encuesta revisar el **Anexo 15**.

- Valor inicial: Indefinido.



- Valor obtenido:  $5 / 1 = 5$  (medición a 15 días y considerando un proyecto piloto).
  
- Interpretación: Se envió una encuesta al cliente y califico como 5 o “muy bueno” la calidad del servicio brindado por la empresa. A continuación, se muestra la interpretación según el rango de posibles resultados:
  - ❖  $0 < \text{Valor obtenido} \leq 2$ : cliente insatisfecho con el servicio.
  - ❖  $2 < \text{Valor obtenido} \leq 4$ : cliente conforme con el servicio.
  - ❖  $4 < \text{Valor obtenido} \leq 5$ : cliente satisfecho con el servicio.

Asimismo, cabe resaltar que estas mediciones se realizaron en un periodo corto de tiempo y por el mismo hecho, no se refleja una mejora de manera significativa. La idea es realizar estas mediciones en periodos de tiempo más largos. Cada indicador de mejora está asociado a una propuesta de mejora; entonces, para mayor detalle de estos indicadores, se puede ver los anexos correspondientes a las propuestas de mejora del proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos (Anexos 11, 12, 13, 14 y 15).

#### **4.4.3 Situación de mejora propuesta: Implementación de Software**

Después de concluir con la ejecución de las mejoras para el proceso de Gestión de Portafolio de Proyectos, se procedió a ejecutar las mejoras en el proceso de Implementación de Software. El flujo de trabajo del proceso tenía ciertas deficiencias en las etapas de diseño y pruebas acorde a los lineamientos brindados por el estándar. Por lo tanto, para mejorar el proceso mediante nuevos artefactos y actividades propuestas como mejora, se designó a dos responsable, el jefe de proceso y el director ejecutivo. Estas personas eran responsables de asegurar tanto el cumplimiento de las actividades, como el buen manejo de las propuestas de cambio.

El propósito de la adhesión de estas mejoras al flujo de actividades del proceso fue establecer un diseño claro y entendible para el desarrollador, acorde a los requisitos recopilados del cliente, con el objetivo de reducir pérdidas de tiempo en consultas o dudas que genera la plantilla de diseño actual. Esta situación podría también perjudicar en los tiempos del proyecto en general.

Por otra parte, se buscó establecer un ambiente de pruebas dado que estas no se realizaban, se enfatizó en la construcción de pruebas adheridas a la plantilla de diseño para posteriormente, ejecutar las pruebas y generar el reporte respectivo. A continuación, se detalla la adhesión de mejoras en las principales actividades del proceso, el nuevo flujo de desarrollo del proceso propuesto e indicadores de mejora para medir cuantitativamente los efectos de las propuestas en los proyectos piloto.

### **Adhesión de mejoras en principales actividades**

Al igual que el proceso anterior, la ejecución de mejoras en las principales actividades del proceso no tuvo mayor inconveniente ya que se adaptaron al flujo de trabajo de manera rápida y sencilla. La capacitación previa y el material de ayuda colgado en la nube fueron factores determinantes para esta fácil adhesión.

Entonces, la adhesión de mejoras en las principales actividades del proceso de Implementación de Software se realizó de la siguiente manera (al igual que el proceso anterior, se describen las mejoras de mayor relevancia en ejecución, para revisar a detalle la totalidad de mejoras propuestas ver la sección de anexos):

- **Iniciación de la implementación:** En esta fase no hay propuestas de mejora, se revisa el plan de proyecto en conjunto con todo el equipo involucrado en el proceso y se establece correctamente el ambiente de implementación.
- **Análisis de requerimientos software:** Esta fase cumple en su mayoría de actividades con las sugerencias del estándar; por ende, no hay propuestas de mejora. Se distribuye la carga de trabajo acorde a los roles y al plan de proyecto, se documenta y verifica los requerimientos para finalmente incorporar estos elementos a la configuración del software.
- **Arquitectura del software y diseño detallado:** Para esta etapa, se identificó que efectivamente había la idea de diseño alineado a los requisitos del cliente y plasmado en una plantilla; sin embargo, esta plantilla era elaborada a criterio y entendimiento del encargado de diseño sin un orden y muchas veces, no expresaba textualmente lo que el diseño verdaderamente quería reflejar. Esto dificultaba la comprensión por parte de otras personas (principalmente desarrolladores) al momento de interactuar con la plantilla.

La propuesta de cambio se enfocó en redefinir la sección de criterios de aceptación de la plantilla actual realizando una segmentación adecuada en categorías que reflejen aspectos de diseño fácil de comprender por parte del desarrollador. Además, esta nueva categorización está acorde a los lineamientos sugeridos por el estándar.

Esta nueva plantilla propuesta tuvo la finalidad de reducir las consultas o dudas por parte de los desarrolladores, agilizando tiempos de trabajo y ahorrando recursos. Para mayor detalle de la propuesta de mejora revisar el **Anexo 7**.

De la misma forma que se realizó una propuesta de diseño, también se elaboró una propuesta para la elaboración de casos de prueba funcionales. Se incorporó una sección más a la historia de usuario denominada “Pruebas de Aceptación”, en donde se diseñaban las pruebas acorde a las funcionalidades solicitadas por parte del cliente. La estructura de estos casos de prueba se elaboró según las recomendaciones del estándar con la finalidad de establecer un ambiente adecuado de pruebas formales y dejar las prácticas de las pruebas “clásicas”. Para mayor detalle de esta propuesta de mejora se puede revisar el **Anexo 8**.

- **Construcción del software:** Para esta etapa tampoco hay propuestas de mejora, se realiza la codificación respectiva acorde al diseño entendido manteniendo una trazabilidad en el repositorio de código y se realiza la corrección de errores identificados a nivel de código.
- **Integración del software y pruebas:** Partiendo del hecho que no se manejan casos de prueba; en consecuencia, tampoco se tiene un reporte o documento de pruebas donde se refleje los resultados, medidas, responsables, impacto, entre otros factores importantes en relación a la ejecución de las pruebas diseñadas. Los resultados internos de las pruebas informales realizadas se manejan a criterio y experiencia del programador.

Entonces, se estableció un formato de consolidado de pruebas el cual se apoya en una macro cuyo objetivo es extraer los casos de prueba elaborados para cada historia y consolidarlos en el formato propuesto; luego, el responsable de pruebas completará los datos restantes según indique la estructura del formato.

Además, se consideró realizar otro formato adicional denominado “Reporte de pruebas” en donde se podrá visualizar los datos más relevantes (como indicadores de éxito por ejemplo) del consolidado de manera dinámica; en consecuencia, se podrá medir fácilmente el factor de éxito asociado a la ejecución de pruebas. Tanto el consolidado como el reporte de pruebas, están alineados a las sugerencias del estándar.

Finalmente, se propuso incorporar el uso de este consolidado y reporte de pruebas dentro del flujo de desarrollo del proceso, dichos formatos estarían plasmados en una actividad posterior a la codificación de la historia de usuario, al momento de registrar los resultados de las pruebas de aceptación previamente definidos. Para un mayor detalle de la propuesta de mejora revisar el **Anexo 9**.

Asimismo, se incorporó al flujo del proceso una propuesta más de mejora basada en la trazabilidad de los elementos software. Para este fin, se acordó con el jefe de desarrollo la implementación de las entidades necesarias en la base de datos del ERP las cuales puedan estar relacionadas y así, generar un reporte de trazabilidad a manera de consulta de forma rápida y flexible. Con este mecanismo, se tendrá al instante la trazabilidad de todos los elementos software en cuanto a requisitos, modulo, diseño y pruebas. Para un mayor detalle de esta propuesta de mejora se puede revisar el **Anexo 10**.

- **Entrega de producto:** En esta fase no hay propuestas, se cierra adecuadamente el desarrollo del producto, con su respectiva guía de operación y realizando la entrega según los términos acordados con el cliente.

### **Flujo propuesto de desarrollo para el proceso**

Según la ejecución de mejoras en las dos etapas del proceso tal como se describió en la sección anterior, se incorporó una serie de artefactos y actividades al flujo de desarrollo del proceso.

A continuación, en la Tabla 4.11 se explica la nueva propuesta de flujo de actividades acorde a las propuestas planteadas y a las sugerencias alineadas al estándar:

ID Actividad	Roles involucrados	Actividades
1	Director ejecutivo y analista funcional	Reunión interna para entender el plan de proyecto, distribuir tareas y analizar los requerimientos derivados de las necesidades del cliente.
2	Director ejecutivo	Verificar requisitos establecidos y realizar el acuerdo final con el cliente para la implementación de dichos requisitos.
3	Director ejecutivo y analista funcional	Elaboración de historias de usuario en base los requisitos establecidos. Se definen prototipos, criterios de aceptación y trazabilidad con el módulo ERP asociado.
4	Director ejecutivo y analista funcional	Elaborar casos de prueba funcionales acorde a las funcionalidades que presenta el diseño. Esta sección de pruebas es parte de la historia de usuario.
5	Director ejecutivo	Verificar criterios de aceptación y casos de prueba establecidos, estos deben estar alineados a las funcionalidades del diseño y por ende, a lo solicitado por el cliente.
6	Director ejecutivo	Cargar plantilla de historia de usuario luego de ser verificada, a la base de datos del ERP. Esto con la finalidad de establecer trazabilidad entre todos los elementos software.
7	Director ejecutivo	Asignar tareas de implementación al equipo de desarrollo acorde a las historias de usuario elaboradas. Se adjunta la historia de usuario a una tarea en el sistema de gestión de proyectos y dicha tarea se asigna a un desarrollador.
8	Equipo de desarrollo y jefe de desarrollo	Codificar tarea establecida según historia de usuario adjunta y almacenar dicho código en el repositorio de código, siempre manteniendo la trazabilidad.
9	Jefe de desarrollo	Verificar el segmento de código almacenado en el repositorio y en caso de tener observaciones o errores a nivel de programación, se notifica al desarrollador.
10	Director ejecutivo y analista funcional	Ejecutar las pruebas funcionales correspondientes a la historia de usuario y registrar los resultados de la prueba en el consolidado general de pruebas.
11	Director ejecutivo	Generar el reporte de pruebas luego de haber ejecutado las pruebas establecidas.
12	Director ejecutivo	Entregar manual de usuario en caso el cliente lo solicite. En este manual se describen las principales funcionalidades del ERP.
13	Director ejecutivo	Generar registro de trazabilidad al finalizar el producto software
14	Director ejecutivo	Realizar la entrega de producto según los términos acordados con el cliente.

**Tabla 4.11: Flujo de actividades propuesto para proceso Implementación de Software**



Se ejecutaron dos pilotos para poner a prueba las propuestas de mejora del proceso de Implementación de Software y al igual que el proceso anterior, se cumplió en su gran mayoría respecto a las actividades sugeridas por el estándar. Para estos pilotos estuvieron involucrados el jefe de proceso, el analista funcional y el jefe de desarrollo. En un trabajo conjunto del personal mencionado y el tesista se monitoreo el cumplimiento de las actividades y el buen uso de los artefactos propuestos obteniendo resultados satisfactorios.

En la Tabla 4.10 se muestra el porcentaje de cumplimiento de las actividades alineado a las recomendaciones del estándar, mientras que en la Figura 4.11 se refleja el nuevo diagrama de proceso después de la ejecución de las mejoras:

Etapas y actividades propuestas		Piloto 1		Piloto 2	
Etapas	Actividades	Act. cumplidas	% de cumplimiento	Act. cumplidas	% de cumplimiento
Iniciación de la implementación	2	2	100%	2	100%
Análisis de requerimientos software	5	5	100%	5	100%
Arquitectura del software y diseño detallado	8	6	75%	7	88%
Construcción del software	7	7	100%	6	86%
Integración del software y pruebas	11	9	82%	9	82%
Entrega del producto	6	5	83%	4	67%
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	<b>87%</b>	<b>33</b>	<b>85%</b>

**Tabla 4.12: Cumplimiento de actividades en pilotos para la Implementación de Software**



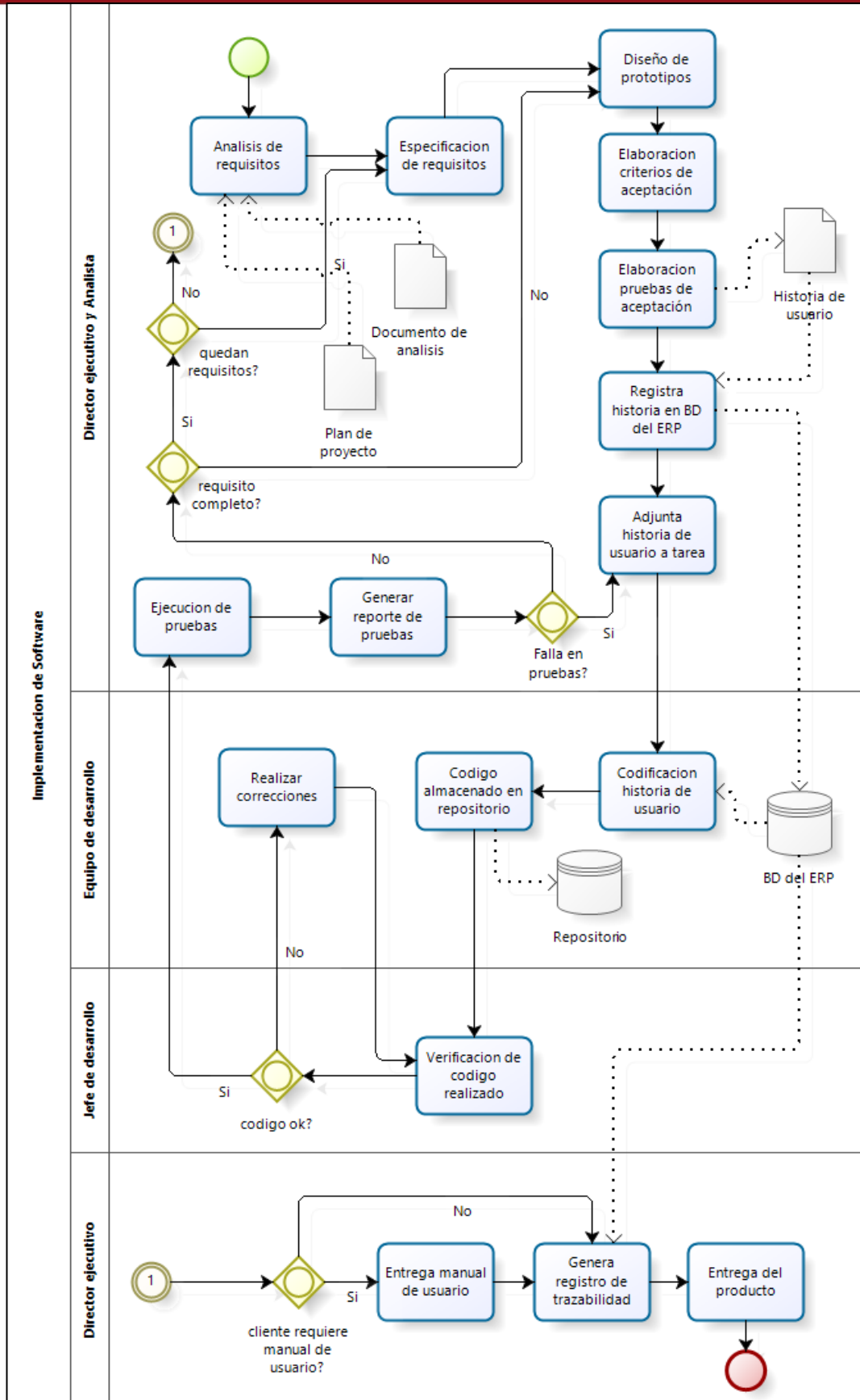


Figura 4.11: Diagrama propuesto de proceso Implementación de Software

### Indicadores de mejora

Para tener evidencia formal que las mejoras generaron un impacto positivo en el desarrollo de los proyectos y en general, en los procesos de la organización, al igual que para el proceso anterior, se definió una serie de indicadores y métricas de mejora asociados a cada propuesta con la finalidad de tener evidencia cuantitativa de los beneficios de la ejecución de las mejoras. En esta sección, se presenta una descripción de cada indicador o métrica, su método de cálculo y sus valores obtenidos al iniciar con la ejecución de las mejoras y los valores proyectados después de un periodo de tiempo.

- **Indicador: Consultas de diseño**

- Descripción: Este indicador mide cuantos aspectos de diseño generan dudas respecto al total de criterios que refleja la historia de usuario.
- Formula:  $\# \text{cantidad de criterios de aceptación que generan dudas o consultas} / \# \text{cantidad de criterios totales de aceptación}$ .
- Valor inicial:  $2 / 10 = 20\%$ .
- Valor obtenido:  $1 / 12 = 8\%$  (medición a 15 días y tomando como referencia un historial de usuario de un proyecto piloto).
- Interpretación: Mejoró un 12% aproximadamente, en otras palabras, la nueva plantilla contribuye con la reducción de dudas o consultas por parte de los desarrolladores. Valores próximos a 0 indica que el diseño es claro y presenta una mínima cantidad de dudas; por otro lado, valores próximos a 1 indica que hay muchas dudas con respecto a los criterios de aceptación plasmados en el diseño.

- **Indicador: Elaboración de pruebas funcionales**

- Descripción: Este indicador mide si se diseña un número adecuado de pruebas para la totalidad de funcionalidades presentes en la historia de usuario.
- Formula:  $\# \text{cantidad de pruebas elaboradas} / \# \text{totalidad de funcionalidades del diseño}$ .
- Valor inicial: Indefinido.
- Valor obtenido:  $3 / 3 = 100\%$  (medición a 15 días y tomando como referencia un historial de usuario de un proyecto piloto).

- Interpretación: Las pruebas elaboradas abarcan la totalidad de funcionalidades solicitadas por parte del cliente. Valores próximos a 1 indica que las pruebas elaboradas cubren gran parte de las funcionalidades presentes en el diseño; por otra parte, valores próximos a 0 indica que no se elabora una adecuada cantidad de pruebas para medir el total de funcionalidades presentes en el prototipo.
  
- **Indicador: Ejecución exitosa de pruebas**
  - Descripción: Este indicador mide la proporción de pruebas ejecutadas que cumplan con su resultado esperado (funcionalidad que se quiere representar en el prototipo).
  - Formula:  $\frac{\text{\#cantidad de pruebas en estado de ejecución "OK"}}{\text{\#totalidad de pruebas realizadas}}$ .
  - Valor inicial: 0.
  - Valor obtenido:  $2 / 3 = 67\%$  (medición a 15 días y tomando como referencia un historial de usuario de un proyecto piloto).
  - Interpretación: Casi la totalidad de pruebas realizadas cumple con el resultado esperado; en otras palabras, casi la totalidad de funcionalidades plasmadas en el diseño cumple con las expectativas solicitadas por el cliente. Valores próximos a 1 indica que el diseño cumple en su mayoría con las funcionalidades esperadas por el cliente; por otro lado, valores próximos a 0 indica que gran parte de las funcionalidades del diseño no reflejan lo acordado con el cliente.
  
- **Indicador: Trazabilidad exitosa de requisitos**
  - Descripción: Este indicador mide la proporción de requisitos trazados a nivel de modulo, historia de usuario y caso de prueba (presentes en el registro de trazabilidad) en relación a la totalidad de requisitos acordados con el cliente.
  - Formula:  $\frac{\text{\#cantidad de requisitos que presentan trazabilidad completa}}{\text{\#totalidad de requisitos acordados con el cliente}}$ .
  - Valor inicial: 0.
  - Valor obtenido:  $11 / 54 = 20\%$  (medición a 15 días y de un proyecto piloto).

- **Interpretación:** Es un porcentaje bajo dado que se realizó una medición a corto plazo cuando lo correcto es hacerlo al finalizar el proyecto. Se puede ver que solo 11 requisitos de un total de 54 que presenta el proyecto, están correctamente trazados a nivel de modulo, historia de usuario y caso de prueba. Es importante mencionar que, lo ideal es que este indicador refleje 100% al finalizar el desarrollo del producto (que todos los requisitos planificados presenten trazabilidad completa).

Asimismo, de la misma forma que el proceso anterior, estas mediciones se realizaron en un periodo corto de tiempo y por el mismo hecho, no se refleja una mejora de manera significativa. La idea es realizar estas mediciones en periodos de tiempo más largos. Para un mayor detalle de los indicadores de mejora, se puede ver los anexos correspondientes a las propuestas de mejora del proceso de Implementación de Software (Anexos 7, 8, 9 y 10).

#### 4.5 Evaluación de mejoras introducidas

Al término de la ejecución del ciclo de mejora en base a las propuestas del proyecto ProCal-ProSer, se realizó una evaluación final potencial a cargo del tesista para medir el nivel de adhesión que tuvieron los procesos de la empresa Epsilon durante la ejecución del ciclo de mejora alineado al plan de mejora de procesos establecido.

Es importante resaltar que, como se mencionó previamente, la evaluación realizada fue potencial; es decir, se buscó reflejar en los nuevos niveles de cumplimiento de los procesos la forma en que las propuestas hechas por el tesista en su ejecución, potenciaron la capacidad de adhesión del proceso con respecto a los perfiles básico e intermedio del estándar.

La evaluación tiene los mismos lineamientos y metodología de trabajo establecida en la evaluación diagnóstica inicial realizada por los investigadores del proyecto ProCal-ProSer. La única diferencia fue que para esta ocasión, el encargado de realizar la evaluación final fue el tesista asignado a la empresa.

Esta evaluación fue realizada en base al formato predefinido por los investigadores del proyecto, en donde se refleja los atributos de proceso y su escala de cumplimiento (“F”, “L”, “P”, “N” o “NA”) para su respectiva calificación. A

continuación, se muestra los resultados recopilados después de ejecutar la evaluación final en la empresa. Para mayor detalle de la planificación de la evaluación se puede revisar el **Anexo 16 – PEP**.

En la Tabla 4.11 se representa la situación final de la empresa Epsilon en relación a las capacidades del proceso obtenidos luego de la ejecución del ciclo de mejora del proyecto ProCal-ProSer:

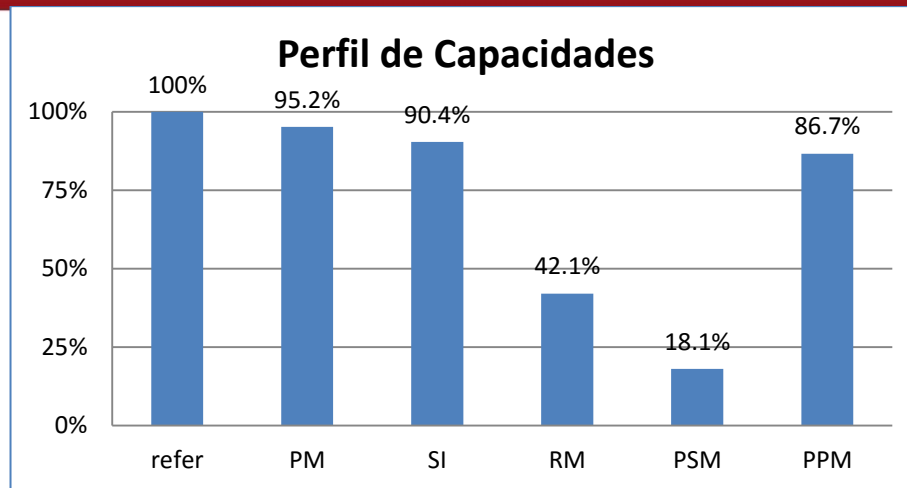
Proceso	Gestión de procesos (PM)	Implementación de Software (SI)	Gestión de Recursos (RM)	Gestión de Procesos (PSM)	Gestión del Portafolio de Proyectos (PPM)
% de cumplimiento	95.2%	90.4%	42.1%	18.1%	86.7%
Grado de cumplimiento	F	F	P	P	F
Nivel de capacidad	1	1	0	0	1

**Tabla 4.13: Nivel de cumplimiento final de los procesos en la empresa Epsilon**

Al realizar la evaluación inicial del perfil de capacidades se obtuvo un margen promedio de cumplimiento del 43.34% para los cinco procesos evaluados del estándar ISO / IEC 29110 correspondientes al perfil básico e intermedio. Al finalizar el proyecto y tal como se ve reflejado en la evaluación final, se obtuvo un margen promedio de cumplimiento del 66.50% en relación a los cinco procesos. En consecuencia, el margen de mejora obtenido fue del **23.16%**.

Es importante resaltar que, los procesos de Gestión de Recursos y Gestión de Procesos también subieron su nivel de cumplimiento; sin embargo, no se aplicó propuestas de mejoras para estos casos; lo que sucedió fue, que la empresa se enfocó en el reporte de debilidades que se obtuvo después de la evaluación diagnóstica y por cuenta propia, empezó a implementar las mejoras adecuadas para estos procesos.

En la Figura 4.12 se representa los nuevos porcentajes de cumplimiento (perfil de capacidades) para cada proceso:



**Figura 4.12: Situación final de procesos en la empresa Epsilon**

Para mayor detalle de los resultados de la evaluación potencial se puede revisar el **Anexo 17 – REP**.

A manera de evaluar el esfuerzo desplegado por el equipo investigador, el tesista y la empresa Epsilon en la adaptación de las propuestas de mejora; a continuación, en la Tabla 4.12 se presenta el esfuerzo del proyecto representado en horas:

Participante	Esfuerzo (horas)
Epsilon - coordinaciones	50
Epsilon - adhesión mejoras	65
Alonso Díaz	420
Abraham Davila	15
Karin Meléndez	20
Rossana Janampa	2
<b>Total</b>	<b>572</b>

**Tabla 4.14: Esfuerzo del proyecto (en horas)**

#### 4.6 Problemas identificados y acciones tomadas

La ejecución del ciclo de mejora tuvo una adhesión al flujo de trabajo de procesos sin inconvenientes debido a factores que ya fueron explicados previamente. No obstante, a pesar de las mejoras introducidas siempre hay problemas con los que la empresa debe lidiar día a día. En esta sección, se describe una serie de problemas identificados al momento de realizar la ejecución del ciclo de mejora; así como



también, las medidas tomadas para mitigar en lo posible los problemas encontrados.

En la Tabla 4.13 se presenta los problemas identificados y las acciones tomadas para dichos problemas:

Problemas identificados	Acciones tomadas
No solo se generaron retrasos por parte de los desarrolladores en no entender el diseño inicial, al momento de codificar se perdía mucho tiempo investigando y buscando material de apoyo con respecto al lenguaje de programación utilizado (Python).	Se recomendó al director ejecutivo subir a la nube de la empresa (Google Drive) una carpeta donde se cuelgue material de capacitación del lenguaje de programación. De esta forma, la curva de aprendizaje será más pequeña.
Muchas de las reuniones planificadas por el tesista con el director ejecutivo fueron aplazadas a otras fechas o incluso se cerraron mucho antes del plazo de tiempo estimado para la reunión.	Se incentivó a una mejor planificación por parte del director ejecutivo en cuanto a sus otras responsabilidades, recalcando la importancia del proyecto de mejora de procesos y de los posibles problemas que conlleva tener retrasos en las fechas ya planteadas.
El conocimiento se encuentra centralizado; es decir, el director ejecutivo conoce a fondo todos los procesos de la empresa, incluso más que los mismos jefes de proceso o involucrados, los cuales solicitan constante apoyo cuando el proceso es sujeto a cambios.	Como se propuso documentar la definición y mapeo de los procesos, se recomendó tenerlos en la nube y establecer como buena práctica de la empresa que los involucrados de los respectivos procesos, revisen el material según una periodicidad de tiempo.
Disponibilidad por parte del director ejecutivo al momento de planificar la ejecución de mejora en los proyectos piloto correspondientes. En dos ocasiones se suspendieron las reuniones por motivos de viaje del director.	De la misma forma que el segundo problema identificado, la acción o medida a tomar fue la misma. Sugerir una mejor planificación de tiempos y remarcar la importancia del proyecto de mejora.
La constante rotación de personal causó más que un problema, ya que se perdía tiempo al volver a capacitar al personal nuevo.	Subir el material de las propuestas de mejora a la nube con sus respectivos ejemplos e indicaciones de uso. Así, tendrán el material disponible a todo momento.
Acordar un horario disponible para los investigadores y para el director de la empresa también resultó un inconveniente; dado que, por la cantidad considerable de proyectos que maneja la empresa y la difícil agenda de los investigadores, era difícil coordinar una hora común.	Darle un seguimiento más riguroso tanto al director ejecutivo como a los investigadores y estar al tanto de los posibles nuevos horarios disponibles por ambas partes.

**Tabla 4.15: Problemas identificados y acciones tomadas**

Sin embargo, no solo se identificó factores negativos en el desarrollo del proyecto, también se identificó una serie de factores que contribuyeron positivamente en la implementación del proyecto de mejora. A continuación se presentan los factores más relevantes:

- Disponibilidad por parte del personal de la empresa en cualquier momento que el tesista lo solicitó (preguntas o consultas breves).
- La intención por parte de la alta dirección de querer mejorar los procesos de la empresa y el rápido entendimiento de la importancia del proyecto ProCal-ProSer.
- El esfuerzo por parte de todo el personal involucrado por tratar de cumplir con las fechas en relación a ciertas actividades establecidas por el tesista.
- El alineamiento inicial de procesos al estándar ISO / IEC 29910 perfil básico, facilitó la implementación de mejoras dado que ya se tenía cierto conocimiento del estándar por parte del director ejecutivo.
- El ambiente de trabajo y los recursos necesarios brindados por parte de la empresa hacia el tesista fueron los más óptimos para el desarrollo del proyecto.

## 5 Observaciones, Conclusiones y Mejora

En el capítulo final del presente documento de tesis, se presenta las principales observaciones, conclusiones y recomendaciones derivadas de la ejecución del primer ciclo de mejora realizado en la empresa Epsilon acorde a la metodología de trabajo del proyecto ProCal-ProSer.

### 5.1 Observaciones

- Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto ProCal-ProSer (ProCal-ProSer: Determinación de factores que influyen en la PROductividad y CALidad en organizaciones que desarrollan PROductos software y ofrecen SERvicios software utilizando como base normas ISO en pequeñas organizaciones.) financiado por Innóvate Perú bajo el Contrato 210-FINCYT-IA-2013 y parcialmente soportado por el Departamento de Ingeniería y el Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software (GIDIS) de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Previo a la iniciación del proyecto en la empresa asignada, se realizó las capacitaciones necesarias tanto para la empresa (dos representantes) como para el tesista, mediante talleres de trabajo dirigidos por el investigador principal, con la finalidad de emprender el proyecto de la mejor manera.
- Durante el desarrollo del ciclo de mejora en la empresa, se realizaron constantes reuniones virtuales de trabajo con otros miembros del proyecto, participaban tanto investigadores, como tesistas asignados para otras empresas. El investigador principal revisaba el avance de cada uno de manera personal y absolvía las dudas de tener alguna.
- La empresa donde se aplicó el proyecto de mejora ya tenía herramientas especializadas en la gestión de proyectos (es por eso su alta capacidad de adhesión del proceso en la evaluación inicial); entonces, para facilitar la adhesión de algunas mejoras se propuso trabajar con estas herramientas. Por ejemplo, la generación del registro de trazabilidad basada en la base de datos del ERP que administra la empresa.
- Durante el desarrollo del proyecto, una investigadora asociada realizó visitas a la empresa con periodicidad quincenal para verificar los avances por parte del tesista, lo que principalmente abarcaba la correcta elaboración de las

propuestas de mejora; así como también, la adhesión de estas mejoras en los proyectos piloto.

## 5.2 Conclusiones

- Se determinó la situación inicial de la organización en un tiempo relativamente corto debido a la buena disponibilidad por parte del personal de la empresa. Además, se realizó satisfactoriamente la evaluación diagnóstica en la empresa y se determinó la situación inicial de los procesos.
- Se estableció un plan de mejora acorde a la evaluación diagnóstica realizada y al análisis de impacto de los problemas significativos en los objetivos de negocio de la organización. Dicho plan se enfocó en dos objetivos de mejora, los cuales se cumplieron satisfactoriamente al finalizar el ciclo de mejora.
- Se cumplió satisfactoriamente con la ejecución del ciclo de mejora de acuerdo al modelo del estándar ISO / IEC 29910 obteniendo resultados positivos, esto se ve reflejado cuantitativamente en el margen de mejora obtenido de la evaluación final de los procesos.
- Se determinó la situación final de la organización en donde se evidenció una mejora en la capacidad de todos los procesos evaluados al inicio del ciclo de mejora. Esto se ve reflejado en el aumento del nivel de cumplimiento de los procesos debido a las propuestas de mejora implementadas durante el ciclo de mejora y puestas a prueba en los proyectos piloto.
- Se elaboró un reporte técnico para la empresa Epsilon, el cual contiene los resultados de la evaluación diagnóstica, los resultados de la evaluación final, un comparativo entre ambas evaluaciones realizadas y las directrices para iniciar un nuevo ciclo de mejora.

## 5.3 Recomendaciones

- Se recomienda seguir el flujo de trabajo establecido con dedicación y compromiso después de la ejecución de las mejoras en los procesos de Gestión de Portafolio de Proyectos e Implementación de Software. Dado

que, ambos procesos son los que más impactan en el cumplimiento de objetivos de negocio de Epsilon y en la solución de los problemas significativos. Incluso se recomienda enfocarse en las debilidades faltantes a detalle de ambos procesos para incrementar su capacidad de adhesión al estándar al nivel de cumplimiento máximo posible.

- Se recomienda el uso de artefactos implementados, así como de las macros de apoyo incluidos en dichos formatos. Además, las plantillas son flexibles al igual que las macros; por ende, se pueden usar para otros fines en beneficio de la empresa. Considerar en un futuro también, si fuera posible, optimizar las macros con la finalidad de reducir la cantidad de esfuerzo manual realizado en llenar las plantillas.
- Se recomienda una segmentación adecuada de roles respecto a la estructura organizacional de Epsilon, con la finalidad de no centralizar las actividades principales de los procesos en el director ejecutivo. Esto ayudará a que todo el personal tenga un conocimiento más sólido del proceso involucrado y además, se aligera la carga de trabajo y esfuerzo para el director ejecutivo.
- Se recomienda establecer un enfoque de mejora de procesos; es decir, los procesos rediseñados durante el proyecto ProCal-ProSer deben ser actualizados por la empresa Epsilon, considerando que han sido diseñados de modo flexible para cualquier eventualidad de cambio o incursión en algún nuevo segmento de negocio.
- Se recomienda ejecutar un segundo ciclo de mejora en la empresa para que todos los procesos lleguen al nivel de capacidad esperado (1 = proceso realizado). Por otra parte, Epsilon no solo se enfoca en el desarrollo de productos software, sino también en brindar servicios; por ende, se puede ejecutar un segundo ciclo de mejora basado ya en servicios (segunda rama de trabajo del proyecto ProCal-ProSer).



## Referencias bibliográficas

- [APESOFT 2014] APESOFT. (s.f.). Recuperado el 18 del 11 de 2014, de <http://www.apesoft.org/>
- [Beth, Konrad and Shrum 2009] M. Beth, M. Konrad, S. Shrum. CMMI guía para la integración de procesos y mejora de productos. Pearson Educación: 2da Edición. 2009.
- [BIZAGI] Bizagi Process Modeler. Recuperado el 26 del 3 del 2015, de <http://www.bizagi.com/es/>
- [BPMN] Object. (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.
- [Briceño 2009] Briceño, D. "Mejora de proceso software de una pequeña empresa desarrolladora de software: Caso Competisoft-Peru-Omega". Primer ciclo. Lima, 2009.
- [Chrissis M] M. B. Chrissis, M. Konrad and S. Shrum, "CMMI Guidelines for Process Integration and Product Improvement", Addison-Wesley, 2003.
- [CMM 1995] The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Software Engineering Institute: Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 1995.
- [CYTED 2008] CYTED, CYTED 506AC0287 COMPETISOFT. Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. 2008 Última visita 15-Sep-2014: <<http://www.cyted.org/>>
- [Davila 2012] Davila, A.; Basurto, C.; Flores, L.; Arisaca, R.; Manrique, R.; Sánchez, J.; de Paula Pessôa, M.S. "The peruvian component of Competisoft project: Lesson learned from academic perspective", Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En, On page(s): 1 - 7.
- [Demirors 2000] Demirörs, O., Demirörs, E., Tarhan, A., & Yildiz, A. (2000, September). Tailoring ISO/IEC 12207 for instructional software development. In EUROMICRO Conference (Vol. 2, pp. 2300-2300). IEEE Computer Society.
- [DRAE] Diccionario de la lengua española. Real academia española. 2001. Vigésimo segunda edición. España.
- [Fayad, Laitinen and Ward 2000] Fayad, M.E., M. Laitinen, and R.P. Ward, Software Engineering in the Small Communications of the ACM, 2000. 43(3): p. 115-118.



- [Fernández and Piattini 2009] Fernández, M. and M. Piattini (2009). Una aplicación de ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de PYMEs y pequeños equipos de desarrollo. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software. Barcelona, 2009, Vol.5, No.2, pág. 88-98.
- [García 2004] García F. FMESP: Marco de Trabajo Integrado para el Modelado y la Medición de los Procesos. Universidad Castilla-La Mancha. 2004.
- [Garzas, Piattini and Pino 2008] Garzas J., M. Piattini and J. Pino (2008). Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: los informes técnicos ISO/IEC 29110. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software. España, 2008, Vol.4, No.2, pág. 96-108.
- [Hall, Rainer and Baddo 2002] Hall T, A. Rainer and N.Baddo, Implementing Software Process Improvement: An Empirical Study. Software Process: Improvement and Practice, 2002.7(1): pag.3-15.
- [Humphrey 1989] Humphrey, W. S.: Managing the Software Process. Reading, MA: Addison-Wesley (1989).
- [ISO 15504] International Organization for Standardization. ISO/IEC 15504 International Standard “Information Technology – Software Process Assessment”. 2008.
- [ISO 9000] ISO 9000:2005. Sistema de gestión de calidad, fundamentos y vocabulario. 2005.
- [ISO12207, 2006] NTP – ISO/IEC 12207:2006, Norma Técnica Peruana. “TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Procesos del ciclo de vida del software”, 2ª. Edición. Disponible en: <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/isoiec12207.pdf>
- [ISO29110-5-1-2, 2012] ISO29110-5-1-2, 2012, Software Engineering — Lifecycle Profiles for Very Small Entities (POs) — Part 5-1: Management and Engineering Guide - Basic PO Profile. 2009.
- [ISO29110-5-1-2, 2012] NTP – ISO/IEC 29110:2012, Norma Técnica Peruana. “INGENIERIA DE SOFTWARE. Perfiles del ciclo de vida para las pequeñas organizaciones (PO). Parte 5-1-2: Guía de gestión e ingeniería: Grupo de perfil genérico. Perfil básico”, 1ª. Edición. Disponible en: <http://bvirtual.indecopi.gob.pe/normas/29110-5-1-2.pdf>
- [ISO29110-5-1-3, 2012] ISO29110-5-1-2, 2012-3:2012: Software Engineering — Lifecycle Profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 5-1-3: Management and Engineering Guide - Intermediate VSE Profile (draft).

- [Kautz, Hansen and Thaysen] Karlheinz K., Henric W. and K. Thaysen. Applying and Adjusting a Software Process Improvement Model in Practice: The Use of the IDEAL Model in a Small Software Enterprise. Dinamarca, pág. 623-636.
- [MoProSoft 2012] Morillo, P., Vizcardo, M., Sanchez V., Davila, A. "Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora", San Miguel, Lima, 2012.
- [Mutafelija and Stromberg 2007] B. Mutafelija and H. Stromberg, Systematic Process Improvement Using ISO 9001:2000 and CMMI, Artech House, 2003.
- [Nakashima 2009] Nakashima, G. "Mejora de proceso software de una pequeña empresa desarrolladora de software: Caso Competisoft-Peru-Delta". Primer ciclo. Lima, 2009.
- [Oktaba 2004] H. Oktaba, C. Alquicira, A. Su, J. Palacios, C. Pérez, F. López, F. Método de Evaluación de procesos para la industria del software EvalProSoft, Versión 1.1., México, 2004.
- [Oktaba 2005] H. Oktaba, C. Alquicira, A. Su, A. Martínez y otros. Modelo de Procesos para la Industria del Software MoProSoft. Versión 1.3, México, 2005.
- [Oktaba 2006] Oktaba, H. (2006, January). 3.2 MoProSoft®: A Software Process Model for Small Enterprises. In International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings (p. 93).
- [Oktaba 2007] Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., & Alquicira, C. (2007). Software process improvement: The competisoft project. IEEE Computer, 40(10), 21-28.
- [Oktaba, García and Piattini 2007] Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., & Alquicira, C. (2007). Software process improvement: The COMPETISOFT project. Computer, (10), 21-28
- [Pareja 2012] Pareja Quinaluisa, J. F., & Rivera Guevara, R. P. (2012). Evaluación de procesos de software utilizando EvalProSoft Aplicado a un caso de estudio(Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2012).
- [Pino 2006] Pino, F. J., García, F., Piattini, M., & Oktaba, H. (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos de software en pequeñas y medianas empresas de software. Revista española de innovación, calidad e ingeniería de software (2), 1, 6-23.

- [Pino, Vidal and Piattini 2007] F. Pino, J. Vidal, F. García, M. Piattini. Modelo para la Implementación de Mejora de Procesos en Pequeñas Organizaciones Software. In XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD 2007), Zaragoza, España, Septiembre 11-14.
- [PMBOK] PMBOK. (s.f.). Recuperado el 18 del 11 de 2014, de [http://www.apicollege.com/pdf/A7-PMBOK\\_Glossary.pdf](http://www.apicollege.com/pdf/A7-PMBOK_Glossary.pdf)
- [Portugal 2008] Portugal, R. "Implementación de MoProSoft en el proceso de desarrollo y mantenimiento de software de la empresa E-evolution Hypermedia S.R.L". Trujillo, 2008.
- [ProCal-ProSer] Dávila, A. ProCal-ProSer (Google Sites). Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 15 de setiembre del 2014: < <https://sites.google.com/a/pucp.pe/procal-proser/>>
- [Rocha 2007] Rocha, A. R. C., Montoni, M., Weber, K. C., and Araújo, E. R. "A Nationwide Program for Software Process Improvement in Brazil", In: Proceedings of QUATIC'2007 (6th Conference for Quality in Information and Communications Technology), Lisbon, Portugal, September 2007.
- [Sapovadia and Rajlal 2006] Sapovadia, V. Rajlal K., 2006 " Micro Finance: The Pillars of a Tool to Socio-Economic Development. Development Gateway", Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=955062>.
- [Serrano, Montes and Cedillo 2003] Serrano M. A., Carlos M. and K. Cedillo. An Experience on using the Team Software Process for Implementing the Capability Maturity Model for Software in a Small Organization. IEE Computer Society. México, 2003.
- [Sheard 2001] Sheard, S., "Evolution of the Frameworks Quagmire", IEEE Computer, Vol. 34, No. 7, 2001, pp. 96-98.
- [Tuya, Ramos and Dolado 2007] Tuya J, Ramos I, Dolado J; Netbiblo. Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería de Software, S. L. 2007
- [UNCTAD 2012] Informe sobre Economía de la Información, la industria del software y los países en desarrollo. Washington D.C: UNCTAD.
- [Weber 2005] Weber, K. C., Araújo, E. R., Rocha, A. R C., Machado, C. F., Scalet, D., and Salviano, C. F. "Brazilian Software Process Reference Model and Assessment Method", In: P. Yolum et al. (Eds.), Proceedings of ISCIS 2005 (20th International Symposium on Computer and Information Sciences), LNCS 3733, pp. 402-411, 2005. Copyright Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.