

## **PA163-3-SIGPLAN**

Generador de Escenarios de Planeación para la Gestión de un Proyecto informático- SIGPLAN.

Paulo Alexander Chirán Portillo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
BOGOTÁ, D.C.  
2016

PA163-3-SIGPLAN

Generador de Escenarios de Planeación para la Gestión de un Proyecto  
informático- SIGPLAN.

**Autor:**

Paulo Alexander Chirán Portillo

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO  
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

**Directora**

María Mercedes Corral Strassmann, MsC

**Comité de Evaluación del Trabajo de Grado**

Rafael Andrés Gonzales Rivera, PhD

Luz Marina Sánchez Ayala, PhD

**Página web del Trabajo de Grado**

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~PA163-3-SIGPLAN/>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRÍA EN INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
BOGOTÁ, D.C.  
11, 2016

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**Rector Magnífico**

Jorge Humberto Peláez, S.J.

**Decano Facultad de Ingeniería**

Ingeniero Jorge Luis Sánchez Téllez

**Director Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación**

Ingeniera Ángela Carrillo Ramos

**Director Departamento de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniero Efraín Ortíz Pabón

### **Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946**

*“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a en primer lugar a Dios, mis padres mi novia y todas las personas que ayudaron de una u otra forma a alcanzar esta meta, pongo todos los conocimientos adquiridos al servicio de la sociedad para ayudar a construir un mundo mejor.

Agradezco a la Ingeniera María Mercedes Corral por apoyarme durante todo el proceso y brindarme sus grandes aportes al proyecto, estaré infinitamente agradecido por todo lo que he aprendido de ella.

Agradezco a la empresa ITAC quien acompañó el proceso de desarrollo del proyecto y que gracias a sus aportes se estructuró por buen camino el desarrollo del mismo siempre en el sentido de mejorar la planeación de proyectos.

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>17</b>
2.1	PROBLEMÁTICA .....	17
2.2	OPORTUNIDAD .....	18
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>21</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3.3	METODOLOGÍA .....	21
3.3.1	<i>Fase 1: Identificar el problema y establecer una motivación.....</i>	<i>23</i>
3.3.2	<i>Fase 2: Proponer los Objetivos .....</i>	<i>23</i>
3.3.3	<i>Fase 3: Diseñar y desarrollar.....</i>	<i>24</i>
3.3.4	<i>Fase 4: Demostrar .....</i>	<i>25</i>
3.3.5	<i>Fase 5: Evaluar.....</i>	<i>26</i>
3.3.6	<i>Fase 6: Comunicar .....</i>	<i>26</i>
<b>4</b>	<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>TRABAJOS RELACIONADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>FASE 1 - IDENTIFICAR EL PROBLEMA Y ESTABLECER UNA MOTIVACIÓN .....</b>	<b>34</b>
6.1	COMPONENTES DEL PROYECTO SIGPLAN .....	34
6.1.1	<i>Plan marco de trabajo .....</i>	<i>35</i>
6.1.2	<i>Metodología de desarrollo.....</i>	<i>35</i>
<b>7</b>	<b>FASE 2 PROPONER LOS OBJETIVOS .....</b>	<b>37</b>
7.1	ALCANCE DEL PROYECTO.....	37
7.2	DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO EDT.....	37
7.3	PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO .....	41
7.3.1	<i>Resultados Esperados .....</i>	<i>41</i>
7.3.2	<i>Cronograma.....</i>	<i>41</i>
7.4	PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN.....	42
7.5	IMPACTOS POTENCIALES.....	43
7.6	PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS .....	44

7.6.1	<i>Organigrama</i> .....	44
7.6.2	<i>Roles y responsables</i> .....	45
7.7	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON ITAC.....	45
7.8	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO.....	47
7.9	GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO.....	50
7.10	ESTRATEGIA DE COMUNICACIONES.....	51
7.11	COMPONENTES.....	51
7.11.1	<i>Métodos de estimación</i> .....	51
7.11.2	<i>Información base de ITAC</i> .....	51
7.11.3	<i>Clasificación de proyectos</i> .....	52
7.11.4	<i>Descomposición de proyectos</i> .....	54
7.11.5	<i>Herramientas de desarrollo</i> .....	55
7.11.6	<i>Requerimientos</i> .....	55
7.12	BASES DE CONOCIMIENTO.....	55
7.13	INFORMACIÓN DE PROYECTOS DE ITAC.....	56
7.14	INFORME DE RETROSPECTIVA.....	62
<b>8</b>	<b>FASE 3 DISEÑAR Y DESARROLLAR.....</b>	<b>63</b>
8.1	ARQUITECTURA.....	63
8.1.1	<i>Alcance</i> .....	63
8.1.2	<i>Audiencia</i> .....	63
8.1.3	<i>Motivaciones de negocio</i> .....	63
8.1.4	<i>Decisiones de arquitectura</i> .....	63
8.2	RECOMENDACIONES PARA EL USO DE TECNOLOGÍA JEE.....	63
8.3	ENTIDADES.....	64
8.4	CLIENTES WEB.....	64
8.5	COMUNICACIÓN DEL SERVIDOR.....	64
8.6	COMPONENTES DE LA APLICACIÓN SIGPLAN.....	65
8.6.2	<i>Vista Funcional</i> .....	66
8.6.3	<i>Vista de alto nivel</i> .....	66
8.6.4	<i>Vista Detallada</i> .....	67
8.6.5	<i>Despliegue físico</i> .....	68
8.6.6	<i>Capas del Sistema</i> .....	68
8.7	MODELO DE DOMINIO.....	69
8.7.1	<i>Modelo entidad relación</i> .....	69
8.8	DOCUMENTO DE CASOS DE USO.....	71
8.8.1	<i>Proceso de administración y configuración</i> .....	72

8.8.2	<i>Proceso de Proyectos</i> .....	72
8.8.3	<i>Proceso de generación de escenarios</i> .....	73
8.9	PROTOTIPO.....	73
8.10	DESARROLLO.....	74
8.10.1	<i>Módulo de Administración</i> .....	74
8.10.2	<i>Módulo de costos</i> .....	75
8.10.3	<i>Módulo de proyectos</i> .....	76
8.10.4	<i>Motor generador de escenarios</i> .....	76
8.10.5	<i>Calculador de factores</i> .....	76
8.10.6	<i>Módulo de escenarios</i> .....	76
8.10.7	<i>Base de datos</i> .....	76
8.11	PRUEBAS Y CORRECCIÓN DE ERRORES.....	76
<b>9</b>	<b>FASE 4 DEMOSTRAR</b> .....	<b>78</b>
9.1	PLAN DE PRUEBAS Y RUBRICA DE EVALUACIÓN.....	78
<b>10</b>	<b>FASE 5 EVALUAR</b> .....	<b>79</b>
10.1	RESULTADO DE PRUEBAS.....	79
10.1.1	<i>Observaciones generales</i> .....	80
10.2	CONTROL AL ALCANCE.....	82
<b>11</b>	<b>FASE 6 COMUNICAR</b> .....	<b>82</b>
11.1	MEMORIAS DE TRABAJO DE GRADO.....	82
11.2	MANUAL TÉCNICO.....	82
11.3	SOLUCIÓN SIGPLAN.....	83
11.4	CONCLUSIONES.....	83
11.4.1	<i>Conclusiones generales</i> .....	83
11.4.2	<i>Frente a las pruebas con gerentes</i> .....	84
11.4.3	<i>Frente a los escenarios</i> .....	84
11.5	TRABAJOS FUTUROS.....	85
<b>12</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>86</b>
<b>13</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>92</b>



# Tabla de figuras

FIGURA 1:GRAFICA DE PLANTEAMIENTO DE UN PROYECTO INFORMÁTICO .....	19
FIGURA 2: CICLOS DE LA METODOLOGÍA LLAMADA CIENCIA BASADA EN EL DISEÑO .....	22
FIGURA 3: SECTOR SOFTWARE Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN COLOMBIA .....	29
FIGURA 4: COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA .....	34
FIGURA 5: CATEGORIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE UN PROYECTO .....	35
FIGURA 6: ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO .....	37
FIGURA 7: ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	44
FIGURA 8: NIVELES DE MADUREZ CMMI .....	45
FIGURA 9: CATEGORÍAS DE CMMI DEV.....	46
FIGURA 10: ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL RIESGO .....	47
FIGURA 11: COMPONENTES DE UN PROYECTO DE DESARROLLO DE SOFTWARE .....	52
FIGURA 12: MÓDULOS GENERALES DEL SISTEMA SIGPLAN.....	58
FIGURA 13: MÓDULOS DE PROYECTO SIGPLAN .....	58
FIGURA 14: MÓDULO DE COSTOS.....	59
FIGURA 15: MÓDULO DE GESTIÓN DE PROYECTOS .....	61
FIGURA 16: MÓDULO DE GENERACIÓN DE ESCENARIOS.....	61
FIGURA 17: COMUNICACIÓN DEL SERVIDOR.....	64
FIGURA 19: COMPONENTES DE DESPLIEGUE .....	65
FIGURA 20: VISTA DE ALTO NIVEL DE SIGPLAN .....	67
FIGURA 21: VISTA DETALLADA DE SIGPLAN .....	67
FIGURA 22: DESPLIEGUE FÍSICO DE SIGPLAN.....	68
FIGURA 23: MODELO DE DOMINIO.....	69
FIGURA 24: MODELO ENTIDAD RELACIÓN .....	69
FIGURA 25:MODELO EVOLUTIVO, .....	73
FIGURA 26: COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN SIGPLAN .....	74
FIGURA 27: CONSOLIDADO DE PREGUNTAS .....	79

# Tabla de tablas

TABLA 1: CODIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	30
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN.....	32
TABLA 3: CRUCE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN Y LOS PROYECTOS ENCONTRADOS .....	33
TABLA 4: TABLA QUE DESCRIBE LOS COMPONENTES DE LA EDT .....	38
TABLA 5: TABLA DE LOS RESULTADOS ESPERADOS .....	41
TABLA 6: CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	41
TABLA 7: PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN .....	42
TABLA 8: IMPACTOS POTENCIALES .....	43
TABLA 9: DEFINICIÓN DE LAS ESCALAS DE IMPACTO DEL RIESGO .....	48
TABLA 10: PLAN DE MITIGACIÓN DEL RIESGO .....	49
TABLA 11: HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	55
TABLA 12: CUADRO DE RELACIÓN DE INFORMACIÓN ANALIZADA PARA LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS.....	55
TABLA 14: CUADRO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR ITAC.....	57
TABLA 15: RESULTADO DE PRUEBAS Y CORRECCIÓN DE ERRORES.....	76
TABLA 16: CONTROL AL ALCANCE.....	82

## **ABSTRACT**

The Present final project for graduation contains the whole process in which SIGPLAN solution has been developed, this is a management solution that allows the organizations to generate different planning scenarios of information technology projects order to help the project management. Design research project [1]: 1. Identify the problem and establish a motivation. 2. Propose the objectives of the project. 3. Design and develop the purposes. 4. To prove by proof of concept. 5. Evaluate the results 6. Communicate the results of the whole project. The project was accompanied by the thesis director and ITAC - IT Applications Consulting

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado contiene todo el proceso en el cual se desarrolló la solución SIGPLAN, este proyecto es una solución gerencial que le permite a las organizaciones generar escenarios de proyectos informáticos para la planeación de la gestión de proyectos. Este proyecto se dividió en seis fases, según lo plantea la metodología Design Science Research [1] las cuales son: 1. Identificar el problema y establecer una motivación. 2. Proponer los objetivos del proyecto. 3. Diseñar y desarrollar los objetivos planteados. 4. Demostrar mediante una prueba de concepto. 5. Evaluar los resultados 6. Comunicar los resultados de todo el proyecto. El proyecto estuvo acompañado por la directora de tesis y la empresa ITAC – IT Applications Consulting.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene el proceso que se desarrolló para lograr los objetivos planteados en la solución SIGPLAN, esta solución es un generador de escenarios de planeación de proyectos para la gestión de un proyecto informático.

Inicialmente se realizó un análisis de las diferentes problemáticas a las que se enfrenta la industria del desarrollo de software y se identificó que existen problemáticas a la hora de generar planeaciones precisas, generalmente cuando se habla de problemas en los proyectos informáticos, se habla de que la planificación no fue precisa [2], esta falla en la planeación comienza a generar sobre carga en el equipo de trabajo, reflejadas en jornadas extensas. El exceso de presión en la planificación de los recursos, está presente en el 75 % de los proyectos grandes y en el 100 % de los proyectos informáticos muy grandes. Respecto al equipo de trabajo prácticamente el 60 % de los colaboradores en este tipo de proyectos manifiestan que su nivel de estrés aumenta progresivamente a medida que el proyecto avanza y no alcanzan los objetivos planteados [3].

Dentro de la gran variedad de proyectos informáticos están proyectos de desarrollo software que son sobre los cuales se centra esta propuesta, el problema al que se enfrenta los proyectos de desarrollo software desde el año 1968 donde se introdujo el término “Crisis del software” por F. L. Bauer [4] muestra que este tipo de proyectos por su propia naturaleza no son fáciles de resolver. Según el reporte del CAOS de The Standish group [5] en su estudio anual 2015 realizado a 50 mil empresas alrededor del mundo, da como resultado que solo el 29 % de los proyectos se cumplieron dentro del presupuesto y tiempo con todas las características y funciones, por otro lado el 52% de los proyectos se completaron y son operacionales, pero más allá del presupuesto, más allá del tiempo estimado y con pocas de las características y funciones que fueron especificadas inicialmente y el 19% de los proyectos fueron cancelados antes de completarse.

Al identificar éstas y otras problemáticas se exploraron alternativas de solución que le aportaran a mejorar las situaciones complejas a las que se enfrentan los gerentes de proyectos al hacer planes de proyectos. Para dar un aporte a estas problemáticas se planteó la construcción un generador de escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático (SIGPLAN). Para cumplir con este propósito se utilizó la metodología Design Science Research [1]. Esta metodología propone tres ciclos: Ciclo de Diseño, Ciclo de Relevancia, Ciclo de Rigor.

Por el lado de la relevancia se contó con la participación de ITAC - IT Applications Consulting [6] la cual es una empresa de base tecnológica 100% colombiana fundada en el año 2004. Por el lado del rigor se exploraron diferentes estándares, autores, artículos y estudios que aportan ideas desde diferentes perspectivas al tema de planeación de proyectos.

El proyecto estuvo dividido en seis fases que son las que propone la metodología de investigación científica basada en el diseño.

Fase 1: identificar el problema y establecer una motivación, dentro de esta fase se realizó más ampliamente el análisis del contexto del problema y se estableció un plan marco de trabajo con

la empresa participante ITAC. Dentro de la motivación del proyecto se establecieron componentes que debía contener SIGPLAN, estos componentes son, métodos de estimación, información histórica de las organizaciones, clasificación de proyectos, descomposición de proyectos, una metodología de implantación que permita que todo el proyecto fluya con eficiencia y eficacia junto con un plan de proyecto.

Fase 2: en esta fase se definieron los objetivos del proyecto, el alcance del proyecto junto la estructura de descomposición de trabajo EDT que tendría durante los dos semestres de duración, se definió el cronograma y los entregables a través del tiempo que tendría el proyecto. La descomposición de trabajo estuvo dividida en grupos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto.

Fase 3: esta fase incluía las actividades de diseño y de desarrollo de la solución SIGPLAN, dentro de esta fase de definió todos los elementos que componen la solución final como son método de estimación, plan de proyecto, metodología de implementación, descomposición de proyectos, clasificación de proyectos, información histórica, arquitectura del sistema, diagramas, definición de requerimientos, como parte del diseño se realizó la arquitectura de la solución SIGPLAN, se creó la vista funcional, vista de alto nivel, vista detallada, despliegue físico, diseño de las capas del sistema, modelo de dominio, modelo entidad relación, definición de casos de uso que se dividieron en los módulos de administración y configuración, módulo de proyectos, proceso de generación de escenarios.

En la fase de desarrollo se muestra los componentes software desarrollados y cómo estos interactúan para generar los escenarios para la planeación de la gestión de un proyecto informático. La solución SIGPLAN cuenta con los siguientes componentes que interactúan estrechamente entre sí para lograr el objetivo del proyecto.

- Módulo de administración
- Módulo de costos
- Módulo de proyectos
- Motor generador de escenarios
- Calculador de factores
- Módulo de escenarios
- Base de datos

se realizaron todas las posibles actividades de relevancia con la empresa participante ITAC. Mas delante se realizó un proceso de retroalimentación por medio de prototipos iterativos y evolutivos, esto permitió el desarrollo de modelos que se fueron mejorados a través del tiempo, hasta llegar a un nivel en donde se cumplen los objetivos propuestos.

Fase 4: en esta fase se realizaron los procesos de demostración de los resultados del proyecto, para esto se definieron los elementos necesarios para realizar las pruebas de concepto de la solución SIGPLAN, se definieron los escenarios de pruebas. Como parte de los resultados se obtuvieron los siguientes comentarios de los gerentes que participaron en esta fase.

Fase 5: en esta fase se definió la rúbrica de evaluación de la solución, se recolectaron los resultados y se hizo el respectivo análisis de las pruebas, como resultado de las sesiones de pruebas se obtuvieron buenos comentarios de cómo este tipo de soluciones son necesarias en las organizaciones para ser una herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

Fase 6: esta fase contiene la generación de todas las memorias de este trabajo, documento técnico de la herramienta, conclusiones y trabajos futuros.

Como parte de las conclusiones principales que se obtuvieron se encuentra que este trabajo se desarrolló con el fin brindar un aporte a las diferentes problemáticas que se enfrentan las empresas que se dedican al desarrollo de proyectos informáticos, el principal beneficio de este proyecto se centra en la fase inicial de los proyectos, donde los gerentes deben generar proyecciones, analizar la viabilidad de iniciativas e incluso presentar propuestas de proyectos en marcos globales de trabajo, la solución SIGPLAN brinda una visión global de los proyectos haciendo combinaciones de recursos humanos, financieros, tiempo y alcance en diferentes escenarios donde el proyecto informático lograría los objetivos planteados, con estos elementos los gerentes de proyectos pueden tomar decisiones respecto a las necesidades de la organización.

Además, la solución SIGPLAN es muy útil no sólo en la fase previa a la planeación, sino que también puede apoyar la toma de decisiones una vez el proyecto ha iniciado, cuando a medida que se tienen más detalles las condiciones pueden cambiar, es allí cuando la herramienta puede apoyar al gerente de proyecto en la toma de decisiones para solventar las nuevas situaciones y conseguir los objetivos del proyecto.

Con la generación de escenarios la herramienta puede ayudar a determinar la viabilidad inicial del proyecto. La información suministrada por los escenarios puede ser la entrada para presentar una propuesta formal al cliente, junto con los tiempos, costos y alcance del proyecto.

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente las organizaciones de base tecnológica participan en convocatorias de licitaciones de proyectos, reciben iniciativas de sus clientes para que se hagan las propuestas de proyectos, o en su defecto la misma empresa puede ser un generador de necesidades que pueden surgir desde diferentes dependencias, todas estas necesidades de negocio por lo general tienen como solución final la puesta en marcha de sistemas de información que ayuden a mejorar las operaciones o que soporten las necesidades empresariales para ofrecer servicios o productos al público en general. Por lo general la incertidumbre es muy alta cuando se desea iniciar con un proyecto, entonces es aquí donde entran a combinar diferentes factores humanos y técnicos que les permiten a las organizaciones realizar planes de gestión más efectivos [7], entre de los métodos más usados en las organizaciones se encuentra los métodos de estimación, herramientas de cálculo de costos, el juicio de expertos, en donde se reúnen un grupo de personas con alto grado de experiencia y a criterio de cada uno generan planes para abordar los proyectos, principalmente estos planes tienen consigo costos, responsables, cronograma de entrega, alcance del proyecto, pero existen diversas problemáticas en las planeaciones iniciales que no permiten que los proyectos terminen exitosamente, a continuación se nombran algunas de las problemáticas encontradas:

- La falta de estimaciones realistas basadas en datos objetivos [8] [9]
- Cambio de requisitos sin ajustar el plan de gestión [10].
- Cronogramas poco realistas impuestos a los proyectos por fuerzas externas [11]
- Pobre inspección del plan de gestión de proyecto [11]
- Plan de gestión de proyecto no realista o incompleto [10]
- Falta de recursos asignados desde el plan de gestión [8]
- Falta de un plan de gestión del riesgo [12].

Este proyecto pretende aportar mejoras a algunas de las problemáticas descritas, se propone desarrollar una solución que cuente con características concretas que permitan generar escenarios de planeación para la gestión de proyectos informáticos, esta solución debe ser capaz de combinar los recursos disponibles como tiempo, recurso humano, alcance y costo, ya que estos elementos están asociados a la triple restricción en la gestión de proyectos.

La triple restricción es un concepto de gestión de proyectos, que se origina en la base para la realización de un proyecto y proporciona orientación para enmarcar el plan de gestión [13]. La triple restricción constituye uno de los pilares principales del plan de proyecto y es de suma importancia para la gerencia del proyecto. Con esta solución se pretende dar a los gerentes de proyectos una visión global del proyecto antes de que este inicie, con esto se busca que sea una herramienta de apoyo a la toma de decisiones donde la información suministrada sea de utilidad y refleje escenarios en los cuales el proyecto planteado pueda cumplir con los objetivos propuestos.

La siguiente propuesta se estructura de la siguiente manera, inicialmente se hace una descripción general de la problemática y oportunidad de mejora, después se realiza la descripción del proyecto, un estado del arte, trabajos relacionados, este proyecto se desarrolló bajo la metodología de investigación científica basada en el diseño [1] y sus 6 fases son: identificación del

problema y establecer una motivación, proponer los objetivos, diseñar y desarrollar, demostrar, evaluar y comunicar.



## 2 DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta sección está dedicada a explicar a nivel general la problemática del proyecto y como esta se convirtió en una oportunidad de proyecto de grado dentro de un contexto empresarial de compañías que se dedican al desarrollo de proyectos informáticos.

### 2.1 Problemática

Un plan de gestión es un instrumento elaborado a partir de un diagnóstico, que da una visión de conjunto para el futuro desarrollo de un proyecto. En este sentido un plan de gestión se convierte en una guía para la acción que señala metas viables y deseables, líneas de administración, así como los medios y recursos humanos, técnicos y financieros para alcanzar los objetivos en periodos finitos de tiempo [14] [15]. Por otro lado, los proyectos son un esfuerzo temporal finito que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único [16]. En ese orden de ideas un proyecto informático se materializa o ejecuta mediante un plan o diversos planes de gestión, orientados en obtener resultados deseables sobre un sistema de información.

Se podría comparar la planeación de la gestión de proyectos informáticos como un barco que está zarpando. Si no se han planificado bien previamente los recursos, será muy difícil que pueda llegar a su destino [17]. Generalmente cuando se habla de problemas en los proyectos informáticos, se habla de que la planificación no fue precisa [2], esta falla en la planeación comienza a generar sobre carga en el equipo de trabajo, reflejadas en jornadas extensas. El exceso de presión en la planificación de los recursos, está presente en el 75 % de los proyectos grandes y en el 100 % de los proyectos informáticos muy grandes. Respecto al equipo de trabajo prácticamente el 60 % de los colaboradores en este tipo de proyectos manifiestan que su nivel de estrés aumenta progresivamente a medida que el proyecto avanza y no alcanzan los objetivos planteados [3].

Dentro de la gran variedad de proyectos informáticos están proyectos de desarrollo software que son sobre los cuales se centra esta propuesta, el problema al que se enfrenta los proyectos de desarrollo software desde el año 1968 donde se introdujo el término “Crisis del software” por F. L. Bauer [4] muestra que este tipo de proyectos por su propia naturaleza no son fáciles de resolver. Según el reporte del CAOS de The Standish group [5] en su estudio anual 2015 realizado a 50 mil empresas alrededor del mundo, da como resultado que solo el 29 % de los proyectos se cumplieron dentro del presupuesto y tiempo con todas las características y funciones, por otro lado el 52% de los proyectos se completaron y son operacionales, pero más allá del presupuesto, más allá del tiempo estimado y con pocas de las características y funciones que fueron especificadas inicialmente y el 19% de los proyectos fueron cancelados antes de completarse.

Para el caso de Colombia cabe resaltar que la industria de las tecnologías de la información ha tenido un crecimiento de cinco veces su tamaño y las exportaciones han crecido 29% entre 2003 y 2014 [18] y sigue en aumento, pero es bueno preguntarse si las organizaciones están preparadas para esta demanda, aquí se muestran algunas limitaciones representadas en problemas como: calidad del producto, tiempos de entrega, recursos especializados, inversión en la innovación [19]. En la actualidad en Colombia existe un porcentaje de proyectos en tecnologías

de la información y comunicación que tiene un “fracaso financiero” [20], en la industria a pesar de que muchas empresas conocen de los modelos de planeación para la gestión, estos no son utilizados [21].

Los estándares de gestión de proyectos están cobrando cada vez más fuerza en las organizaciones mundiales, ya que los principales beneficios es la armonización entre la terminología de gestión, los procesos y métodos para tener una gestión más precisa en los proyectos. Entre los principales estándares de gestión de proyectos se encuentran The PMBOK (Project Management Body of Knowledge), APM BoK (Association of Project Management Body of Knowledge), BS 6079 (British Standard Guide to Project Management), IPMA Competence Baseline (ICB), ISO 10006, P2M (Project & Program Management for Enterprise Innovation) [22]. En Colombia los proyectos informáticos y en especial el desarrollo de software inició de forma artesanal [23] pero ha crecido de forma moderada en los últimos años, con niveles de madurez cada vez mayores en procesos de desarrollo de software, mostrando que para 2008 solo 18 empresas reportaban una madurez CMMI DEV [24] seis de ellas nivel 3, mientras en india ascendían 323, para el año 2010 hubo un crecimiento importante, ya que para la fecha existían 40 firmas que contaban con madurez CMMI DEV [24], y esta tendencia por seguir en desarrollo no ha parado ya que para el año 2015 el SEI (Software Engineering Institute) señala que Colombia ocupa el primer lugar en américa latina en calificación de número de empresas valoradas en CMMI DEV [24], por encima de países como Brasil, Chile, Perú, Ecuador [25]. Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes para tener una planeación precisa de los proyectos. Cabe aclarar que son varias las razones por las cuales un porcentaje de proyectos informáticos no han sido exitosos [10], pero los problemas (entre otros) en los que esta propuesta de solución se centra están relacionados con el plan de gestión del proyecto y se nombran a continuación:

- La falta de estimaciones realistas basadas en datos objetivos [8] [9]
- Cambio de requisitos sin ajustar el plan de gestión [10].
- Cronogramas poco realistas impuestos a los proyectos por fuerzas externas [11]
- Pobre inspección del plan de gestión de proyecto [11]
- Plan de gestión de proyecto no realista o incompleto [10]
- Falta de recursos asignados desde el plan de gestión [8]
- Falta de un plan de gestión del riesgo [12].

## 2.2 Oportunidad

Este proyecto pretende aportar o apoyar la parte inicial de todo proyecto informático, que comprende la construcción de un plan de gestión inicial. Dadas las anteriores problemáticas se propone desarrollar una solución que cuente con características concretas que permitan generar escenarios de planeación para la gestión de proyectos informáticos, esta solución debe ser capaz de combinar los recursos disponibles como tiempo, recurso humano, alcance y costo, estos elementos están asociados a la triple restricción en la gestión de proyectos.

La triple restricción es un concepto de gestión de proyectos, que se origina en la base para la realización de un proyecto y proporciona orientación para enmarcar el plan de gestión [13]. La

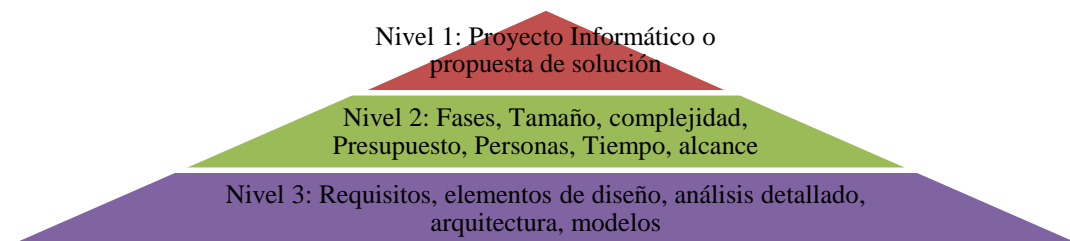
triple restricción constituye uno de los pilares principales del plan de proyecto y es de suma importancia para la gerencia del proyecto.

Aunque el tema triple restricción tiene varias interpretaciones, la literatura muestra un acuerdo general en que el alcance del proyecto, el tiempo y el costo comprenden las tres variables de restricción triples clave [26], aunque el Project Management Institute en su guía PMBOK [16] propone 5 restricciones que son el alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgos, en este proyecto se dejan por fuera los temas de calidad y riesgos que pueden ser tratados en una siguiente fase, a continuación, se hace una breve descripción de las restricciones.

Tiempo del proyecto se refiere a la programación y la duración del proyecto, el costo aborda el presupuesto y los recursos humanos del proyecto, y el alcance aborda los requisitos y el trabajo del proyecto. Un proyecto con limitaciones de tiempo está limitado a un cronograma generalmente impuesto por los clientes, mientras que un proyecto de costo limitado es el que tiene un presupuesto asignado y no puede variar, los proyectos llamados de costo fijo. Restricción en el alcance de proyectos están limitadas por los criterios de funcionamiento de los entregables, por otro lado, la calidad del proyecto constituye un elemento integrante de la gestión de proyectos y es apoyado por la triple restricción.

La solución debe ser capaz de mostrar varios escenarios donde se combinación de recursos humanos, tiempo, alcance y costo de un proyecto que puedan ser usados como elementos generales en un plan de proyecto informático, cabe resaltar, que esta solución apoyaría la toma de decisiones en una etapa temprana en la que aún no se ha hecho un análisis exhaustivo de los recursos que va a necesitar el proyecto, la propuesta se explica de forma gráfica a continuación.

**Figura 1: Grafica de planteamiento de un proyecto informático**



**Fuente: Elaboración propia**

Nivel 1: Proyecto Informático, en este nivel se tiene conocimiento de la iniciativa general del proyecto que se quiere iniciar y se cuenta con alternativas de solución a un requerimiento de negocio, en este nivel se ha identificado la necesidad de plantear una solución haciendo uso de herramientas tecnológicas, es posible que se desee plantear una propuesta a un cliente, o se desea analizar la viabilidad del proyecto frente a unos recursos disponibles.

Nivel 2: En este nivel al Proyecto informático se le identifica las fases que debe tener, la complejidad de cada fase y su tamaño, calidad, riesgos, adquisiciones, interesados, alcance y puede o no tener recursos asignados como presupuesto, recursos humanos, tiempo [15].

Nivel 3: en este nivel se pueden conocer elementos más detallados del proyecto informático como requisitos, elementos de diseño, análisis detallado, arquitectura, entre otros.

La solución propuesta en este proyecto debe permitir generar escenarios de planeación donde se realice la combinación de recursos humanos, tiempo, alcance y costo en los cuales en condiciones normales de una compañía pueda desarrollar el proyecto. Estos escenarios están vinculados al conocimiento que se pueda tener del proyecto desde un nivel 1 y nivel 2, en donde un gerente de proyectos pueda tener elementos de toma de decisión para analizar si una iniciativa es viable frente a un contexto actual del proyecto, con la disponibilidad de los recursos asignados.

## 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos del proyecto, así como la metodología de investigación que se aplicó y sus respectivas fases.

### 3.1 Objetivo general

Construir una solución que permita generar escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático (SIGPLAN).

### 3.2 Objetivos específicos

1. Especificar los componentes de planeación para la gestión de un proyecto informático
2. Diseñar un modelo para generar escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático.
3. Desarrollar el modelo de generación de escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático
4. Validar la solución desarrollada a través de una prueba de concepto.

### 3.3 Metodología

La solución del proyecto que se plantea es construir un generador de escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático (SIGPLAN). Se utilizará la metodología Design Science Research [1]. Esta metodología propone tres ciclos: Ciclo de Diseño, Ciclo de Relevancia, Ciclo de Rigor.

El ciclo de diseño consiste en el diseño, construcción y evaluación de la solución, En este ciclo se desarrolla todo el modelo de generación de escenarios de planeación para gestión alimentado constantemente por la relevancia y rigor de forma iterativa.

El ciclo de relevancia se relaciona con una constante retroalimentación entre el entorno de aplicación y la solución propuesta:

El proyecto SIGPLAN propuesto tendrá la participación de la empresa ITAC - IT Applications Consulting [6] la cual es una empresa pequeña [27], 100% colombiana fundada en el año 2004, dedicada a proveer servicios de desarrollo de software a la medida y desarrollo de productos propios como software seguro, esta empresa cuenta con una madurez CMMI [24] nivel 3. Se decidió trabajar con esta empresa porque tiene características propias de empresas en el sector de la tecnología y ve que esta iniciativa que puede generar valor para el beneficio de sus procesos y sus clientes.

Esta empresa tendrá una participación con los siguientes roles:

**Proveedor de Información (PI):** debido al recorrido de que esta empresa tiene, cuenta con información importante en temas relacionados con estructura, planeación, ejecución y seguimiento de proyectos, la cual será analizada y tenida en cuenta para el diseño del modelo. Esta

información también será un elemento importante para tener una base comparativa con los resultados que arroje la solución SIGPLAN.

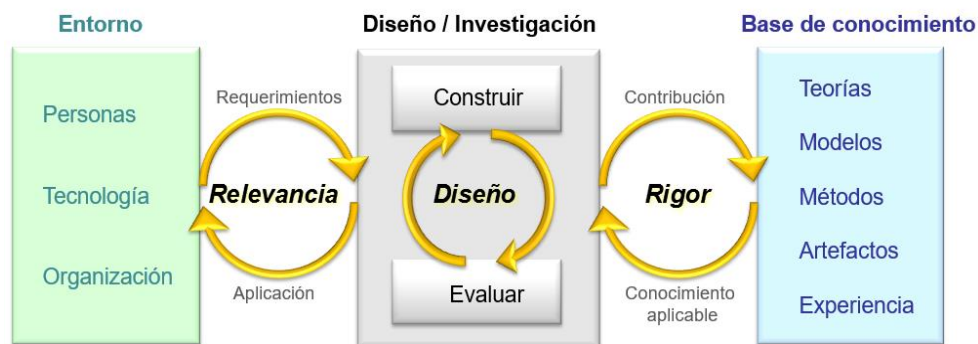
**Retroalimentador (RE):** las fases de diseño y desarrollo de la aplicación se construirán de forma iterativa y se presentarán a la empresa ITAC para que esta haga aportes en cada una de las fases desde su experiencia.

**Verificador (VE):** al final del diseño y desarrollo, la empresa ITAC debe hacer una prueba de concepto de la solución SIGPLAN y con una rúbrica de verificación se podrá constatar que tan cerca del objetivo propuesto se encuentra el trabajo realizado. En este rol de verificador también pretende buscar otra organización o un grupo de expertos gerentes de proyectos para que hagan parte de la prueba y den su concepto del proyecto SIGPLAN.

El ciclo de rigor consiste en una búsqueda constante en las bases del conocimiento que contribuya en la solución del proyecto: se pretende implementar en la solución SIGPLAN las mejores prácticas que ofrece la comunidad y los estándares mundiales en el tema referente a los componentes involucrados, este ciclo debe garantizar que el proyecto SIGPLAN esté construido con estándares generales y así otras organizaciones puedan hacer uso de la solución.

Se selecciona esta metodología porque se ajusta al marco de trabajo planteado para ejecutar este proyecto, En la Figura 3 se ilustran los ciclos expuestos:

**Figura 2: Ciclos de la metodología llamada ciencia basada en el diseño**



**Fuente:** Tomada de la presentación Estrategia y método de la investigación científica basada en el diseño y la cual fue adaptada de [28]

Un proceso de la investigación científica basada en el diseño, propone un método para instanciar la metodología Design Science Research. Las fases propuestas por Peffers [1] son:

- Fase 1: Identificar el problema y establecer una motivación
- Fase 2: Definir los objetivos
- Fase 3: Diseñar y desarrollar
- Fase 4: Demostrar
- Fase 5: Evaluar

- Fase 6: Comunicar

### 3.3.1 Fase 1: Identificar el problema y establecer una motivación

En esta fase se identifica el problema de un contexto, haciendo un análisis específico de estudios que reflejan las problemáticas en la planeación de proyectos informáticos, sobre estas problemáticas se plantean posibles soluciones a través de la identificación de oportunidades de mejora.

Las actividades planteadas a continuación serán desarrolladas bajo el ciclo de relevancia con aportes de la empresa ITAC. El Ciclo de rigor se llevará a cabo investigando en las bases de conocimiento sobre las mejores y más usadas prácticas de los componentes que integran la solución SIGPLAN.

Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- A. Selección de un marco de trabajo para un Plan de Proyecto: en este proyecto se van a seguir los lineamientos de gestión de proyectos planteados en el PMBOK [16] el cual nos plantea un conjunto de procesos que se deben seguir para alcanzar un objetivo determinado, dentro de este proceso de planeación se recogen los elementos que debe incluir la planeación de todo el proyecto SIGPLAN. Este plan debe definir un conjunto de tareas coordinadas en el tiempo, así como los recursos necesarios para cumplir los objetivos [29] [30]. ITAC participará en su rol de **RE**.
- B. Selección de una metodología de desarrollo, debido a que uno de los productos finales del trabajo de grado es un sistema de información, se hace necesario plantear una metodología de desarrollo de software.

### 3.3.2 Fase 2: Proponer los Objetivos

En esta fase se definen los objetivos de la solución, se crea el plan del proyecto SIGPLAN, según lineamientos PMI [16], el cual contempla alcance, tiempo, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones e integración, este plan permite visualizar cómo se desarrollará en un plan de gestión para solución propuesta.

Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- A. Definición de los objetivos.
- B. Definición del alcance y tiempo para esta actividad se realiza una estructura de descomposición del trabajo (WBS) y cronograma del proyecto, en esta tarea se define como va a ser el desarrollo del proyecto en función del tiempo y cuáles son los entregables que se deben completar a través del tiempo, se contemplan entregables como (según la WBS):
  - Documento de análisis de los componentes
  - Documento de Diseño del SIGPLAN, que contenga diagramas de dominio, diagrama de componentes, diagrama de despliegue, diagramas de secuencia.

- Aplicación software SIGPLAN,
  - Documento técnico,
  - Actas de reunión
  - Documento de prueba de concepto
  - Documento de resultado de prueba de concepto
  - Memorias de trabajo de grado.
- C. Selección de método de estimación de esfuerzos: se deben seleccionar el o los métodos más recomendados o usados por la comunidad que permiten calcular el valor del esfuerzo en un proyecto por medio de algoritmos o fórmulas matemáticas. ITAC participará en su rol de **RE**
- D. Definir la Información Histórica: se debe analizar qué información de las empresas relacionadas con ejecución de proyectos informáticos es útil para generar nuevos escenarios de planeación para la gestión de proyectos, ITAC participará en su rol de **PI** y **RE**.
- E. Definir la clasificación de proyectos: para este proyecto solo se contempla proyectos de desarrollo de software e infraestructura, se debe plantear una estructura de clasificación de proyectos que sirve para evaluar que tan grande es un proyecto según recursos humanos y financieros, tiempo, número de usuarios atendidos, complejidad, tecnología involucrada entre otros. ITAC participará en su rol de **PI** y **RE**.
- F. Definir la descomposición de proyectos: aquí se debe definir una clasificación de los entregables que al final de los ciclos de vida del proyecto quedan como resultado, entre estos pueden estar módulos, componentes, funcionalidad, manuales, código fuente, framework, infraestructura. ITAC participará en su rol de **PI** y **RE**.
- G. Elección de herramientas para el desarrollo del proyecto, se deben elegir las herramientas y tecnologías sobre las cuales se va a desarrollar la solución final, estas aportan al ítem de calidad. Para esta actividad se contempla las siguientes tareas:
- Diseño de formatos para hacer el seguimiento del proyecto SIGPLAN
  - Elección de herramientas tecnológicas como lenguajes de programación, motor de base de datos, repositorio de documentos, elección de un lenguaje de modelado.
- H. Creación de un plan de gestión de recursos y riesgos: este plan contempla cómo se administra los recursos y los posibles riesgos que el proyecto puede tener, junto con los planes de mitigación de riesgos.
- I. Definición de la estrategia de interacción y comunicación con la empresa ITAC participante en el proyecto, esta interacción se planea realizar dos veces cada mes para que la empresa participe en su rol de **PI**, **RE** y **VE** del proyecto SIGPLAN. Como resultado de estas interacciones se pretende obtener:
- información de los procesos de planeación, ejecución y seguimiento de proyectos
  - Actas de reunión
  - Formatos de retroalimentación y observaciones generales

### 3.3.3 Fase 3: Diseñar y desarrollar

En la fase de diseño (ciclo diseño) se pretende plantear un modelo de interacción entre los componentes encontrados en la Fase 1 y cómo estos interactúan entre sí para generar escenarios de planeación para la gestión de proyectos, para esta fase se propone unos ciclos iterativos para



la generación del modelo, este va a ser mejorado en cada iteración hasta llegar al resultado esperado. Para esta fase se pretende validar el modelo con la empresa participante ITAC en su rol de **RE** (ciclo de relevancia) y mediante la implementación algoritmos de cálculo de costos y alcance (ciclo de rigor).

En la fase de desarrollo se pretende implementar el diseño planteado en un lenguaje programación orientado a objetos que resulte en una herramienta web que implemente el modelo de interacción.

Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- A. Definición del modelo de interacción de la estructura de los componentes que rodean la solución SIGPLAN (ciclo relevancia y rigor):
  - Método de estimación
  - Plan de proyecto
  - Metodología de implementación
  - Descomposición de proyectos
  - Clasificación de proyectos
  - Información histórica
- B. Retroalimentar el modelo con la empresa participante ITAC (ciclo relevancia)
- C. Desarrollo de una herramienta web que implemente el diseño.

Pruebas y Corrección de errores de la herramienta SIGPLAN, se pretende hacer pruebas funcionales para garantizar el correcto funcionamiento de la herramienta.

### 3.3.4 Fase 4: Demostrar

En la fase de demostración se pretende verificar SIGPLAN con una prueba de concepto, en este caso se realizará esta prueba con la empresa participante ITAC y con otros expertos en Gerencia de Proyectos (ciclo relevancia). El alcance de esta prueba se realizará en dos escenarios los cuales se explican en la actividad A. para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- A. Definir el objetivo de la prueba de concepto, en esta actividad se plantea cual va a ser el objetivo de la prueba y como se va a evaluar la prueba en los dos escenarios contemplados:
  - Escenario 1: Realizar una prueba con datos históricos de proyectos que ya fueron ejecutados en la empresa ITAC, con estos datos se pretende comparar la planeación para la gestión generada con la solución SIGPLAN frente a los datos reales de la planeación para gestión de los proyectos que ya fueron ejecutados. ITAC participa en su rol de **PI y VE**
  - Escenario 2: Realizar una segunda prueba mediante la generación de un proyecto ficticio, en esta prueba se creará una planeación para la gestión en la solución SIGPLAN y sus resultados se evaluarán según juicios de expertos.

### 3.3.5 Fase 5: Evaluar

- A. Definición de la rúbrica de evaluación: en este punto se pretende diseñar un artefacto que permita capturar la evaluación cuantitativa y cualitativa de la solución SIGPLAN desde diferentes aspectos.
- B. Definición de escenarios de prueba: en esta actividad se debe generar un documento que contenga el flujo de los escenarios que los expertos van probar.
- C. Ejecución de la prueba: en esta actividad los expertos hacen uso de la solución y registran su evaluación en la rúbrica. ITAC participa en su rol de **VE**

Recolección de resultados: en esta actividad se recolectan los resultados obtenidos de la prueba para su análisis. ITAC participa en su rol de **VE**.

### 3.3.6 Fase 6: Comunicar

En la fase comunicar se tiene como fin entregar un compendio de todos los artefactos producto de la solución, entre ellos están memorias del trabajo de grado (ciclo diseño, relevancia y rigor), documento técnico, herramienta software, instalador de software, análisis de resultados de pruebas de concepto, conclusiones.

Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- A. Consolidar las memorias del trabajo de grado.
- B. Redacción del manual técnico, especificación de instalación de software.
- C. Entrega de la solución SIGPLAN a la empresa participante del proyecto.
- D. Conclusiones
- E. Trabajos futuros
- F. Anexos
- G. Bibliografía

Entrega de los resultados de los análisis a los participantes.

## 4 ESTADO DEL ARTE

El proceso de desarrollo de proyectos informáticos ha sido fuente de investigación y durante muchos años se ha querido hacer de este un proceso estandarizado, eficiente y preciso en cada una de sus fases de planificación, inicio, ejecución e implantación [31], pero debido a la naturaleza compleja del proceso de desarrollo han sido muchos los problemas que las empresas de tecnología y las de base no tecnológica han tenido que cargar por décadas [5]. Una de las fases en las cuales se desea realizar con una mayor certeza es la planeación del proyecto, siendo esta fase una de las principales en todo proyecto ya que aquí se distribuyen los recursos necesarios para lograr los objetivos en unos intervalos de tiempo definidos. Los proyectos de desarrollo de software se caracterizan por factores difíciles de cuantificar como por ejemplo el tamaño y la complejidad y en segundo lugar la calidad [32], ya que estas características no son tangibles en un producto o servicio se hace muy difícil su medición en una escala estandarizada, incluso estos pueden variar de un entorno a otro.

Generalmente la planeación de proyectos se descompone en una serie de pasos como los siguientes [16]:

- Cronograma
- Listado de actividades
- Red de dependencias
- Asignación de recursos requeridos
- Estimación de duración de las actividades
- Estructura de desglose

para realizar la planeación de proyectos existen dos frentes importantes en la forma en la que se aborda la planeación: uno, la utilización de métodos de estimación de costo, alcance, esfuerzo y tiempo que permite tener una idea global del tamaño del proyecto y por otro lado toda la implementación de lineamientos o estrategias de planes de gestión que permiten de una forma efectiva y rigurosa hacer la estructuración del proyecto, a continuación se revisan algunos trabajos relacionados que le aportan a la planeación.

Ya se han realizado esfuerzos en involucrar el razonamiento semicuantitativo como paradigma para el modelado de procesos de software [33]. Seguido a este trabajo se propone una mejora al enfoque para la planificación de proyectos de software la cual permita adaptarse a la evolución de la definición de éxito del proyecto, e introducir el razonamiento semicuantitativo como la técnica central para lograr los objetivos del proyecto [34]. Otro método muy aplicado en las organizaciones es el de puntos de función para tener estimaciones más exactas en un temprano ciclo de vida de desarrollo de software, este método de puntos de función se ha combinado con modelos de regresión lineal, redes neuronales artificiales [35] [36]. También se ha utilizado utilizando el método de puntos de caso de uso, para optimizar el cálculo del esfuerzo utilizando conjuntamente técnicas de machine learning de para obtener una mayor precisión en la predicción [37]. Aun se siguen desarrollando propuestas para mejorar estos modelos aplicando modelos de priorización de casos de uso [38]. Entre otros métodos propuestos, los modelos de redes radiales de función básica neural (RBFN) han presentado resultados prometedores en la

estimación de esfuerzo de software. Este método va de la mano de algoritmos de clustering como el C-means duros y difusos [39].

En los anteriores estudios se puede visualizar como la estimación del esfuerzo de software es muy decisiva y siempre hay una necesidad de mejorar su exactitud como sea posible, para lograr este objetivo se han desarrollado varias técnicas de estimación de las cuales es difícil determinar qué modelo da una estimación más precisa o aproximada, lo que sí es importante es que estas técnicas se deben involucrar con planes de gestión que permitan estructurar una visión global macro de los proyectos informáticos antes de que estos inicien su fase de ejecución.

Junto con las estimaciones se trabajan de la mano los marcos de gestión los cuales indican los lineamientos claros que se deben seguir con el fin de tener un impacto positivo en el éxito de un proyecto, haciendo uso de la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas [16]. La guía de PMBOK [16] propone cinco grupos principales de proceso que son

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y control
- Cierre

Para ejecutar la gestión de proyectos se deben tener en cuenta las restricciones como alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgos, por lo general en las empresas que no tienen una alta madurez en sus procesos, esta planificación en muchos casos se realiza por juicio de gerente o un experto en el área, lo cual al inicio crea un grado de incertidumbre mayor, por otro lado, las empresas con alta madurez como por ejemplo CMMI DEV para su nivel 4 se desarrollan procesos de gestión cuantitativa para medir la calidad y el rendimiento de los procesos, y para el nivel 5 se desarrollan actividades de mejora continua de procesos basados en la interpretación cuantitativa de los objetivos de negocio y necesidades de rendimiento [24].

Para apuntalar con mayor efectividad los procesos de alta madurez se hace uso de estándares como las normas ISO / IEC 25000, conocida como SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), es una familia de normas que tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software. La familia ISO / IEC 25000 es el resultado del avance de otras normas anteriores como ISO/IEC 9126, que describe las características de un modelo de calidad del producto software, e ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software. Esta familia de normas ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones [40].

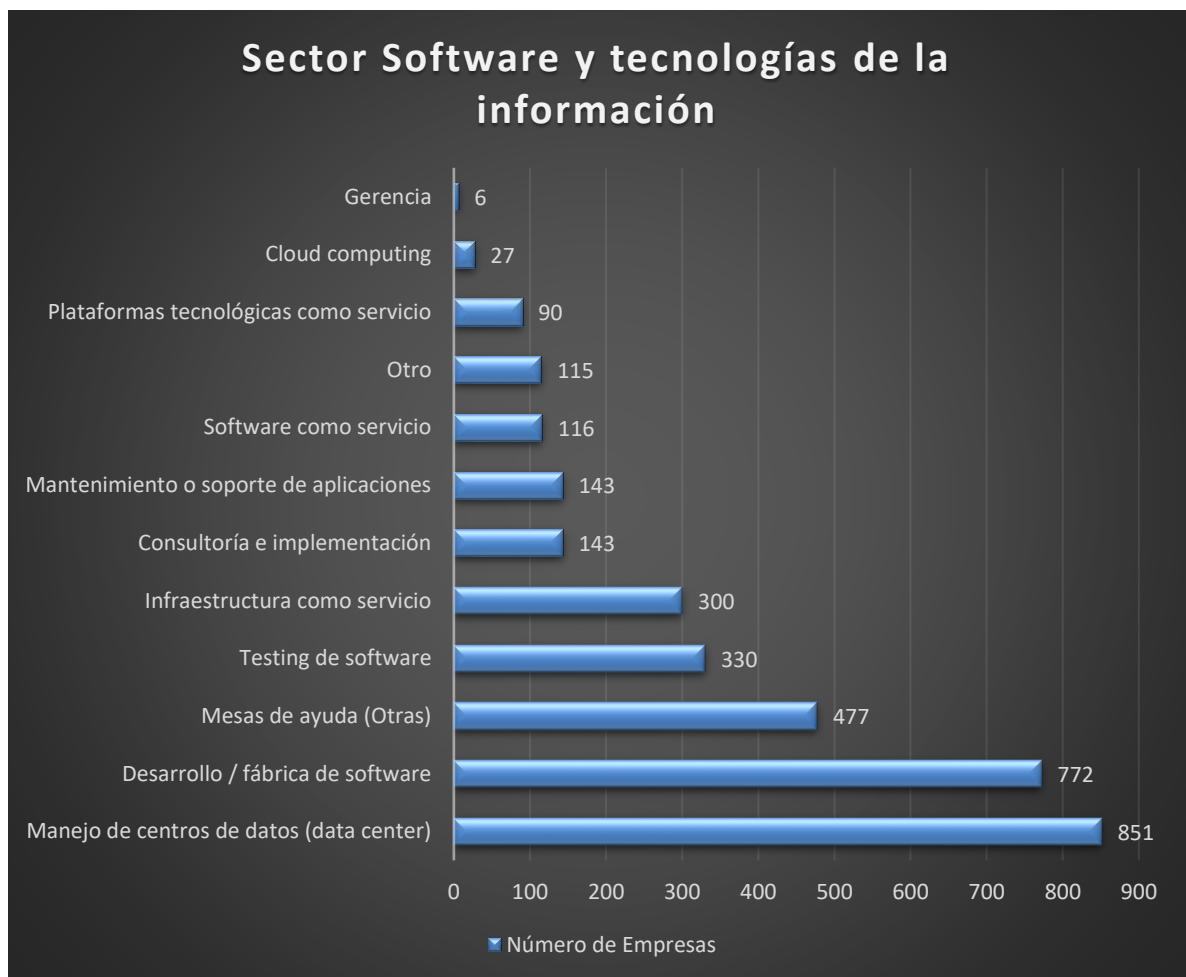
- ISO/IEC 2500n – División de Gestión de Calidad
- ISO/IEC 2501n – División de Modelo de Calidad
- ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad
- ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad
- ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad

Como vemos son muchos los elementos que las organizaciones pueden usar e implementar para hacer sus planeaciones más precisas.

A continuación, se aborda una visión general de cómo está compuesta el sector software y tecnologías de la información en Colombia.

de la Industria del Software y Servicios Asociados con TI de Colombia realizado por MinTIC, que registró que en el 2014 había 4016 empresas activas de las cuales el 80% se encuentran en la Región Centro, el 4% en la Región Norte, 6% en la Región Occidente, 4% en la Región Oriente, y el 6% distribuidas en el resto del país [41]. A continuación, se visualiza la distribución de empresas en diferentes sectores dentro del territorio colombiano.

**Figura 3: Sector software y tecnologías de la información Colombia**



Fuente: adaptado de [41]

Las ventas totales del sector Software y tecnologías de la información en el 2014, de acuerdo con los códigos, 5820, 6201, 6202, 6209, 6311, 6312 y 6399; fueron \$6.241.658.881.000, el 64% de las ventas se concentran en las actividades: 31,9% en la 6201, Actividades de desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas) y 32,7% en la 6202, Actividades de consultoría informática y actividades de administración de instalaciones informáticas.

El tercer CIU más representativo de las ventas es el 6311, Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades relacionadas, con el 19,5% de las ventas.

Le sigue con el 9% el código CIU 6209, Otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informáticos.

Otras actividades relacionadas con tecnologías de la información y las actividades relacionadas con informática no clasificadas en otras partes, tales como: La recuperación de la información de los ordenadores en casos de desastre informático, los servicios de instalación y configuración de los computadores personales y los servicios de instalación de software o programas informáticos.

**Tabla 1: Codificación de las actividades**

Código de actividad económica	Descripción	Ventas Nacionales	Porcentaje
<b>5820</b>	Edición de programas de informática (software). La edición de programas informáticos comerciales: Sistemas operativos, aplicaciones comerciales y otras aplicaciones y juegos informáticos para todas las plataformas.	63,263,529,000	1 %
<b>6201</b>	Actividades de desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas)	1,988,512,423,000	31.9 %
<b>6202</b>	Actividades de consultoría informática y actividades de administración de instalaciones informáticas	2,040,882,379,000	32.7 %
<b>6209</b>	Otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informáticos. Otras actividades relacionadas con tecnologías de la información y las actividades relacionadas con informática no clasificadas en otras partes, tales como: La recuperación de la información de los ordenadores en casos de desastre informático, los servicios de instalación (configuración) de los computadores personales y los servicios de instalación de software o programas informáticos	575,567,303,000	9.2 %
<b>6311</b>	Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades relacionadas	1,217,188,495,000.00	19.5 %
<b>6312</b>	Portales web	71,525,907,000.00	1.1 %

<b>6399</b>	Otras actividades de servicio de información n.c.p. Otras actividades de servicio de información no clasificada en otra parte, tales como: servicios de información telefónica y servicios de búsqueda de información a cambio de una retribución o por contrata.	284,718,145,000.00	4.6%
-------------	---	--------------------	------

Fuente: adaptado de [41]

A nivel general se puede deducir que Colombia es un país donde el sector de las tecnologías tiene un crecimiento importante frente a sus vecinos y que esto implica una mayor responsabilidad frente a la calidad de los productos que se están ofreciendo. Por ende es necesario implementar estrategias que permitan a las organizaciones tener modelos más acertados de planeación y ejecución de proyectos.

## 5 TRABAJOS RELACIONADOS

1. Structured planning – Project views [32], Structured planning – projects views [42], project planning using an interactive, structured modeling environment [43]: estos proyectos trabajan en la descomposición de los ciclos de vida del proyecto, solo cuenta con algunos elementos de planeación de proyectos, pero no genera escenarios donde se combinen los recursos.
2. Planning Software Project Success with Semi-Quantitative Reasoning [44]: ofrece un enfoque de planeación de proyectos con razonamiento semicuantitativo, el cual plantea una serie de procesos para lograr el éxito del proyecto, tiene elementos de planeación de proyectos, pero no genera escenarios donde se combinen los recursos.
3. COCOMO Constructive Cost Model [45] [46]: es utilizado para estimar costos de proyectos utilizando tres submodelos: básico, intermedio, detallado, solo contempla la estimación de costos, pero deja por fuera la gestión de la planeación y la información histórica de la organización.
4. CESIM [47]: esta es una herramienta de entrenamiento de equipos de trabajo con un enfoque de gestión de proyecto, trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva, sirve para visualizar los elementos de la planeación sin generar escenarios.
5. DoProject [48], Microsoft Project: la primera es la versión open source de Microsoft Project, estas herramientas ayudan a realizar toda la gestión del proyecto durante su ejecución. No generan escenarios de planeación debido a que toda la información debe ser suministrada por el usuario.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo entre los trabajos relacionados y la solución propuesta.

**X:** abarca los elementos planteados en la solución propuesta.

**AE:** contiene algunos elementos relacionados con la solución propuesta.

**Tabla 2: Características de evaluación**

Nro.	Ítem a evaluar
<b>A</b>	Método de estimación de proyectos
<b>B</b>	Usabilidad y portabilidad
<b>C</b>	Plan de Proyecto
<b>D</b>	Metodologías de implementación
<b>E</b>	Descomposición de proyectos
<b>F</b>	Clasificación de proyectos
<b>G</b>	Información Histórica cómo aprendizaje
<b>H</b>	Generación de escenarios de planeación para la gestión temprana

**Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se hace el cruce entre los proyectos encontrados y las características que se espera que tenga la solución final SIGPLAN.



**Tabla 3: Cruce de las características de evaluación y los proyectos encontrados**

trabajos	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>solución propuesta</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>1</b>			<b>AE</b>		<b>AE</b>			<b>AE</b>
<b>2</b>	<b>AE</b>		<b>AE</b>		<b>AE</b>			
<b>3</b>	<b>AE</b>				<b>AE</b>	<b>AE</b>		
<b>4</b>			<b>AE</b>					<b>AE</b>
<b>5</b>		<b>AE</b>	<b>AE</b>		<b>AE</b>			<b>AE</b>

**Fuente: elaboración propia**

En el cuadro anterior se puede observar propuestas que aportan elementos a solucionar problemas con la planeación de la gestión de problemas informáticos. Lo que se pretende en este proyecto es tomar algunos elementos e integrarlos a la solución SIGPLAN con el fin de generar un modelo más completo que aporte a cada uno de los objetivos propuestos en este trabajo de grado.

## 6 FASE 1 - IDENTIFICAR EL PROBLEMA Y ESTABLECER UNA MOTIVACIÓN

Dentro de esta fase se desarrolló la propuesta inicial del proyecto la cual fue probada en el primer semestre del año 2016, esta propuesta contiene los objetivos planteados, la problemática, los entregables e impactos ver [Anexo 1](#).

### 6.1 Componentes del proyecto SIGPLAN

Para llegar al objetivo principal se pretende desarrollar una solución (SIGPLAN) que cuente con un conjunto de elementos que aporten características para desarrollar mejor la tarea de planeación de la gestión proyectos informáticos, para lograr este objetivo se plantea la integración de los siguientes componentes:

**Figura 4: Componentes de la solución planteada**



**Fuente: Elaboración Propia**

La identificación de los componentes planteados en la Figura 3 se obtuvieron gracias a un análisis detallado de planteamientos y estudios independientes que aportan la identificación de factores críticos al problema de planeación para la gestión de proyectos informáticos en [48] [49] [43] [16] [46] [50] [21] [51] [44], estos elementos se consideran factores necesarios para cumplir con el objetivo principal de este proyecto SIGPLAN. Los componentes que rodean la solución deben interactuar entre sí para generar escenarios de planeación para la gestión de proyectos, la relación entre estos factores es tal que, si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro de ellos se vea afectado [16]. Por ejemplo, si el cronograma es acortado, a menudo el presupuesto necesita ser incrementado a fin de añadir recursos humanos adicionales para completar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo. Si no fuera posible aumentar el

presupuesto, se podría reducir el alcance o los objetivos de calidad para entregar el resultado final del proyecto en menos tiempo y por el mismo presupuesto. Los interesados en el proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cuáles son las mejores metodologías de implementación, esto puede afectar directamente las fases de ciclo de vida del proyecto. La modificación de los requisitos o de los objetivos del proyecto también puede generar riesgos adicionales. SIGPLAN necesita ser capaz de evaluar la situación de los recursos disponibles, equilibrar las demandas y mantener un plan de gestión con el fin de plantear escenarios en los que se lograría un proyecto exitoso.

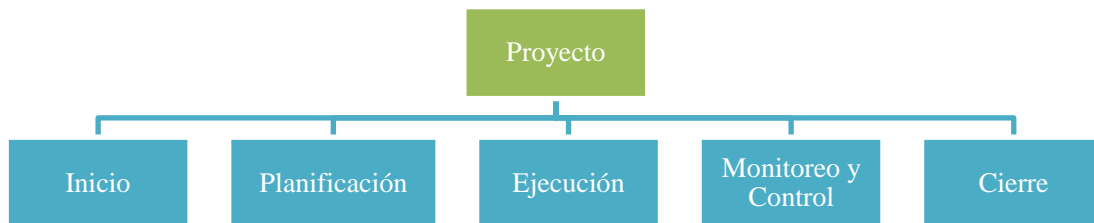
### 6.1.1 Plan marco de trabajo

El objetivo de este documento es identificar los lineamientos que propone PMI en relación a la gestión de proyectos, para luego ver como estos se pueden implementar en el proyecto SIGPLAN. Estos lineamientos son obtenidos del documento GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS, (Guía del PMBOK®) — Quinta edición [16]. Para más información consulte el [Anexo 2](#).

Se tratará de mantener los nombres propios de la guía y sus numerales para no afectar la interpretación de los mismos.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Están categorizados en cinco grupos de procesos los cuales son:

**Figura 5: Categorización de los procesos de un proyecto**



Fuente: Elaboración propia basado en la guía PMBOK [16]

El proyecto se va a guiar por los procesos de gestión de proyectos planteados en la guía PMBOK [16].

### 6.1.2 Metodología de desarrollo

Para este proyecto se decidió utilizar Scrum como metodología de desarrollo, ya que es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales [52].

Para el desarrollo del proyecto SIGPLAN se escogió la metodología Scrum, esta metodología toma como base 6 principios, los cuales responden a las necesidades del proyecto SIGPLAN estos principios son los siguientes [52]:

- Empirical Process Control: Este principio pone de relieve la filosofía central de Scrum en base a las tres ideas principales de transparencia, inspección y adaptación.
- Self-organization: Este principio se centra en los trabajadores de hoy, que entregan un valor significativamente mayor cuando son auto-organizados lo cual resulta en equipos con un gran sentimiento de compromiso y responsabilidad; a su vez, esto produce un entorno innovador y creativo que es más propicio para el crecimiento.
- Collaboration: Este principio se centra en las tres dimensiones básicas relacionadas con el trabajo colaborativo: conciencia, articulación y apropiación. También aboga por la gestión de proyectos como un proceso de creación de valor compartido con los equipos de trabajo e interactuar conjuntamente para ofrecer el mayor valor.
- Value-based Prioritization: Este principio pone de relieve el enfoque de Scrum para ofrecer el máximo valor de negocio, desde el principio del proyecto hasta su conclusión.
- Time-boxing: Este principio describe cómo el tiempo se considera una restricción limitante en Scrum, y cómo se utiliza para ayudar a manejar eficazmente la planificación y ejecución del proyecto. Los elementos de time-box en Scrum son Sprints, Daily Standup Meetings, Sprint Planning Meetings, y Sprint Review Meetings.
- Desarrollo Iterativo: Este principio define el desarrollo iterativo y enfatiza cómo manejar mejor los cambios y crear productos que satisfagan las necesidades del customer. También delinea las responsabilidades del Product Owner y las de la organización, relacionadas con el desarrollo iterativo.

Existe una terminología asociada a esta metodología Scrum [52] la cual se puede encontrar en el [Anexo 3](#).

## 7 FASE 2 PROPONER LOS OBJETIVOS

En esta fase se definen los objetivos de la solución, se crea el plan del proyecto SIGPLAN, según lineamientos PMI [16], el cual contempla alcance, estructura de descomposición de trabajo EDT, tiempo, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones e integración, este plan permite visualizar cómo se desarrollará en un plan de gestión para solución propuesta. Ver documento completo en [Anexo 4](#)

Los objetivos de este trabajo de grado se encuentran en el numeral 3 de este documento.

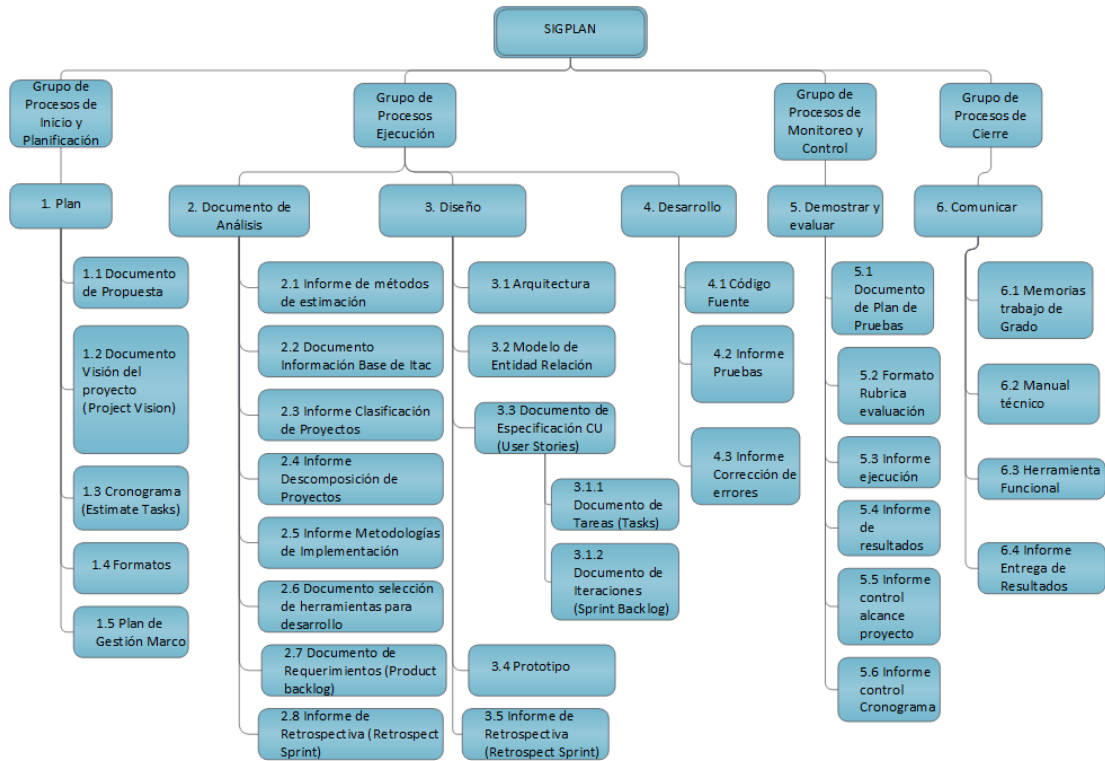
### 7.1 Alcance del proyecto

En este proyecto se va a construir una solución que permita generar escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático (SIGPLAN), para este fin se va a realizar el análisis, diseño y desarrollo de una aplicación web la cual permita interactuar a los usuarios gerentes de proyectos. Esta interacción se realiza mediante interfaces gráficas y realizando una serie de procesos para que los usuarios puedan visualizar la generación de escenarios de planeación para la gestión, estos escenarios que generan con base en información registrada en el sistema e información que el usuario provee. Como resultado de este proceso de desarrollo se entregarán los siguientes componentes:

- Aplicación web: es el software que contiene toda la lógica de negocio para la generación de escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático.
- Modelo relacional de base de datos: este modelo físico contiene toda la estructura relacional donde se va almacenar la información necesaria para la que el software funcione.
- Manual técnico: este documento contiene las especificaciones de hardware y software que la aplicación necesita para funcionar.
- Memorias de trabajo de grado compiladas durante todo el proyecto

### 7.2 Descomposición del trabajo EDT

**Figura 6: Estructura de descomposición del trabajo**



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Tabla que describe los componentes de la EDT

Nro.	Nombre	Entrega-ble	Descripción
1.	Plan		Este entregable es la recopilación de varios documentos que contiene todo el plan de proyecto de SIGPLAN desde los objetivos hasta su plan de gestión
1.1	Propuesta		Sección que contiene la identificación del problema, objetivos, impactos esperados.
1.2	Visión del Proyecto		Sección que contiene el alcance del proyecto y su plan de gestión.
1.3	Cronograma		Estructura de entregables en una línea de tiempo que estará dividida en TG1 semestre 1 y TG2 semestre 3 del 2016.
1.4	Formatos		Son documentos que tienen formatos de acta de reunión, plantilla de observaciones en las que se registrará las iteraciones con ITAC. Ver <a href="#">Anexo 5.6 y 7</a>
1.5	Plan de Gestión marco		Selección de lineamientos de planeación de la gestión según estándar PMI para la gestión del proyecto. Ver <a href="#">Anexo 2</a>

<b>1.6</b>	Documento de metodología de desarrollo	Selección de una metodología de desarrollo de software para implementar la solución SIGPLAN. Ver <a href="#">Anexo 3</a>
<b>2</b>	Documento de Análisis	Este entregable es la recopilación de varios documentos que contiene el levantamiento de información y el procesamiento de la misma que va a generar la entrada para el diseño del sistema SIGPLAN
<b>2.1</b>	Informe de métodos de estimación	Análisis de los métodos de estimación y selección de 3 para su posible implementación en la solución SIGPLAN
<b>2.2</b>	Documento Información Base de ITAC	Contiene la información histórica representativa de la planeación para la gestión de proyectos informáticos de la empresa ITAC
<b>2.3</b>	Informe de Clasificación de Proyectos	Definición de la clasificación de proyectos informáticos según su tamaño
<b>2.4</b>	Informe Descomposición de proyectos	Definición de la clasificación de descomposición de proyectos informáticos y sus interrelaciones
<b>2.5</b>	Informe de Metodologías de implementación	Definición metodologías de desarrollo de software, una metodología tradicional y una metodología ágil para analizar cómo estas impactan en el ciclo de vida del proyecto para hacer las proyecciones
<b>2.6</b>	Documento de selección de herramientas para desarrollo	Definición de un estándar para el desarrollo de la aplicación web, que debe contener tecnologías aplicadas, lenguajes de programación, Arquitectura, servidor de aplicación, motor de base de datos.
<b>2.7</b>	Documento de Requerimientos	Definición de una lista de requerimientos para ser tenidos en el diseño
<b>2.8</b>	Informe de Retrospectiva	Es la documentación de las reuniones y retroalimentaciones obtenidas de las interacciones con la empresa ITAC hasta el primer momento de análisis
<b>3</b>	Diseño	Este entregable en la recopilación de documentos contiene todo el proceso de análisis de la solución SIGPLAN
<b>3.1</b>	Arquitectura	Definición de la arquitectura del proyecto
<b>3.2</b>	Modelo de dominio - Entidad relación	Definición del modelo de dominio - entidad relación
<b>3.3</b>	Documento de Especificación de CU (User Stories)	Definición de los casos de uso a desarrollar en la implementación del sistema.
<b>3.3.1</b>	Documento de Tareas	Definición de las tareas a realizar las cuales se despliegan de la especificación de casos de uso
<b>3.3.2</b>	Documento de Iteraciones (Sprint)	Contiene el conjunto de tareas a realizar dentro del Sprint

3.2	Modelo de Dominio	Contiene los diagramas del modelo de dominio de la aplicación los cuales se convertirán en los diagramas de dominio - entidad relación
3.4	Prototipo	Contiene las interfaces y funcionamiento inicial del sistema SIGPLAN
3.5	Informe de Retrospectiva	Es la documentación de las reuniones y retroalimentaciones obtenidas de las interacciones con la empresa ITAC hasta el segundo momento de diseño
4	Desarrollo	Contiene el consolidado de código fuente, estructura de datos, scripts y documentación relacionada al desarrollo
4.1	Código Fuente	Aplicación web funcional
4.2	Informe pruebas	Documento resultado de las pruebas en el desarrollo de la solución SIGPLAN
4.3	Informe corrección de errores	Documento resultado de la corrección de errores
5	Demostrar y evaluar	Documento consolidado de aplicación de pruebas por parte de los expertos gerentes, los resultados y análisis de las mismas
5.1	Documento Plan de pruebas	Documento del plan de pruebas que va a ejecutar el grupo de expertos gerentes de proyectos
5.2	Formato Rúbrica de evaluación	Definición de los ítems que se van a evaluar en las pruebas
5.3	Informe de ejecución	Documento que contiene el consolidado de las pruebas ejecutadas
5.4	Informe de resultados	Documento que contiene el análisis de los resultados de las pruebas con los expertos gerentes de proyectos
5.5	Informe de control alcance proyecto	Informe de revisión periódica con la directora de proyecto para verificar el avance en la ejecución y si esto sea línea al alcance del proyecto
5.6	Informe control cronograma	Informe en donde se verifica el avance del proyecto frente a las fechas de entrega propuestas en el cronograma
6	Comunicar	Documento informe de todo el proceso del proyecto
6.1	Memorias de trabajo de grado	Documento de trabajo de grado resultado del proyecto
6.2	Manual técnico	Manual técnico de instalación de la aplicación
6.3	Herramienta Funcional	Código fuente de la aplicación web
6.4	Informe Entrega de resultados	Informe de entrega de los resultados a la empresa participante ITAC

**Fuente: Elaboración propia**



## 7.3 Plan de gestión del tiempo

El tiempo estimado para la ejecución del proyecto se divide en dos ítems

**Trabajo de Grado 1:** en este semestre se empieza a ejecutar desde la semana 9 hasta la semana 18.

**Trabajo de Grado 2.** En este semestre se a ejecutar desde la semana 1 hasta la semana 16

### 7.3.1 Resultados Esperados

En esta tabla se discriminan los entregables del proyecto en función del tiempo, diferenciados por Trabajo de grado 1 y Trabajo de grado 2

**Tabla 5: Tabla de los resultados esperados**

RESULTADOS ESPERADOS		
<b>ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1</b>	<b>1a</b>	Documento de Propuesta
	<b>1b</b>	Documento de Visión del proyecto, cronograma
	<b>1c</b>	Documentos de Formatos, Documento de la metodología de desarrollo
	<b>1d</b>	Documento con el análisis de los componentes: método de estimación, información base de ITAC, clasificación de proyectos, descomposición de proyectos, metodologías de implementación, selección de herramientas de desarrollo, información histórica.
	<b>1e</b>	Documento de Requerimientos (Product backlog)
	<b>1f</b>	Informe de Retrospectiva (Restrospect Sprint)
<b>ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2</b>	<b>2a</b>	Arquitectura, modelo de dominio - entidad relación, Documento Especificación de CU (User Stories), Prototipo, Informe Retrospectiva
	<b>2b</b>	Software de la solución que permita generar escenarios de planeación de la gestión de un proyecto informático. Código fuente, informe de pruebas, informe de corrección de errores.
	<b>2c</b>	Documentación plan de pruebas, Formato rubrica de evaluación, informe ejecución, informe de resultados
	<b>2d</b>	Documento con consolidación de las memorias de trabajo de grado
	<b>2e</b>	Documento manual técnico
	<b>2f</b>	Documento entrega de resultados

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.3.2 Cronograma

**Tabla 6: cronograma del proyecto**

CRONOGRAMA																				
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1	Se-ma-nas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	1-a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	1-b										X	X								
	1-c											X								
	1-d												X	X	X	X	X	X	X	X
	1-e															X	X	X	X	X
	1-f																			X
	En-tre-gas										1a	1b	1c							1d,1e,1f
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2	Se-ma-nas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	2-a	X																		
	2-b	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
	2-c									X	X	X	X							
	2-d									X	X	X	X	X	X	X	X			
	2-e							X	X											
	2-f														X	X				
En-tre-gas	2a							2e	2b			2c	2c		2f	2d				

Fuente: Elaboración propia

## 7.4 Prospectiva de innovación

Tabla 7: prospectiva de innovación

PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN	
<b>POTENCIAL DE INNOVACIÓN</b>	Desde el punto de vista de innovación se pretende que esta solución sea de gran utilidad para los gerentes de proyectos (nuevos o experimentados) en apoyo a la toma de decisiones, ya que la solución va a permitirle

	visualizar posibles escenarios donde se combinen los recursos disponibles de un proyecto sin necesidad de que el gerente realice un análisis riguroso de la planeación del proyecto, esta solución le permitirá combinar con los recursos disponibles y visualizar como estos afectan todo el ciclo de vida del proyecto, estos elementos pueden llegar a ser de gran utilidad cuando se desee analizar la viabilidad de un proyecto o presentar propuestas a clientes.
<b>PROPIEDAD INTELECTUAL</b>	Este trabajo de grado se realizará dentro del marco de investigación del grupo de investigación ISTAR de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. El resultado documental del proyecto aportará al marco global del desarrollo del grupo ISTAR y servirá como base para futuros trabajos y proyectos del grupo, y estará a disposición del grupo ISTAR, sin ninguna restricción de uso académico. El software producto de este trabajo de grado se licenciará bajo Freeware.

Fuente: Elaboración propia

## 7.5 Impactos Potenciales

**Tabla 8: Impactos potenciales**

IMPACTOS POTENCIALES	
<b>DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO</b>	Este proyecto propone una solución que será de gran utilidad para los gerentes de proyectos ya que por medio de la solución propuesta se permitirá de una forma anticipada contar una visión global del proyecto. Lo cual es la base para apoyar la toma de decisiones a nivel gerencial.
	Esta solución permitirá a las empresas hacer un uso eficiente y provechoso de sus datos históricos en la ejecución de proyectos informáticos, estos datos servirán como base del modelo y refinación de generación de escenarios de planificación.
	La solución propuesta pretende integrar componentes críticos en la planeación de la gestión de proyectos, para que a partir del modelo de interacción entre ellos se pueda obtener una visión general del proyecto que muestre los costos, tiempo, recursos humanos, alcance, que le permitirá al gerente tener elementos para realizar un plan de proyecto más asertivo y eficiente.
	Esta solución pretende causar un impacto competitivo para las organizaciones, generando un valor agregado a la hora de tomar decisiones

	frente a iniciativas de proyectos, cerrando la brecha entre la incertidumbre del plan de gestión de proyectos y convirtiéndose en la solución de apoyo para los gerentes de proyectos.
<b>IMPACTO Y PROYECCIÓN EN LA SOCIEDAD</b>	Lo que se pretende con la solución es que aumente el número proyectos exitosos en la industria Colombiana en el campo de las tecnologías de la información, esto se puede lograr desde el momento es que nace una iniciativa de proyecto generando planes de proyecto más precisos y efectivos, con esta propuesta se hace un aporte a uno de los problemas que se enfrenta la industria del software y así el país se podrá transformar en un motor competitivo a los mercados globales que demandan soluciones de alta complejidad y calidad.
<b>ASPECTOS ÉTICOS Y AMBIENTALES</b>	Por el lado ético la solución propuesta utilizará software libre en sus herramientas de implementación, con esto se evita utilizar software privativo de forma no autorizada.

**Fuente:** Elaboración propia

## 7.6 Plan de gestión de recursos humanos

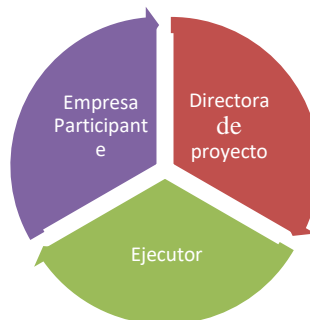
Este proyecto contará con la participación de un grupo de trabajo dividida en tres partes las

- Directora de proyecto: Ing. María Mercedes Corral
- Ejecutor: Paulo Alexander Chirán
- Empresa Participante: ITAC

### 7.6.1 Organigrama

Este organigrama representa una estructura horizontal no jerárquica donde cada rol cumple con funciones específicas dentro del proyecto y todos aportan un factor importante para el éxito del mismo.

**Figura 7: Organigrama del proyecto**



**Fuente: Elaboración propia**

## 7.6.2 Roles y responsables

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los cargos involucrados en la ejecución del proyecto.

**Directora de Proyecto:** es la persona responsable de hacer seguimiento al proyecto, brindar asesoría hacia el Ejecutor con el fin de resolver dudas o dar lineamientos sobre el estado del proyecto, además de recibir y avalar los entregables que se tienen propuestos en toda la ejecución.

**Ejecutor:** es la persona responsable de ejecutar todo el plan de proyecto, es responsable de culminar los entregables del proyecto y entregarlos a la directora de proyecto, el ejecutor debe estar en constante comunicación con la directora y la empresa participante para recibir retroalimentación y asesorías.

**Empresa Participante ITAC:** esta empresa tiene los siguientes roles

**Proveedor de Información (PI):** debido al recorrido de que esta empresa tiene, cuenta con información importante en temas relacionados con estructura, planeación, ejecución y seguimiento de proyectos, la cual será analizada y tenida en cuenta para el diseño del modelo. Esta información también será un elemento importante para tener una base comparativa con los resultados que arroje la solución SIGPLAN.

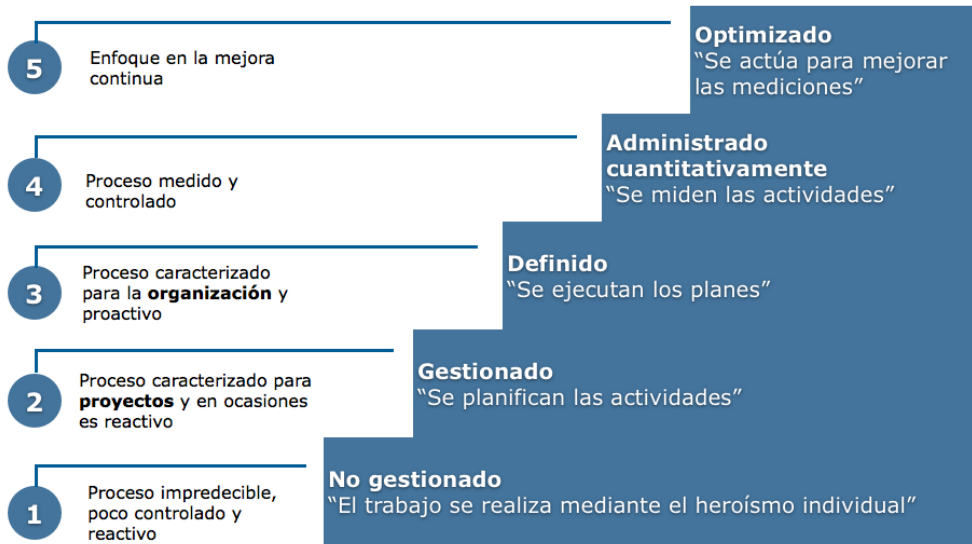
**Retroalimentador (RE):** las fases de diseño y desarrollo de la aplicación se construirán de forma iterativa y se presentarán a la empresa ITAC para que esta haga aportes en cada una de las fases desde su experiencia.

**Verificador (VE):** al final del diseño y desarrollo, la empresa ITAC debe hacer una prueba de concepto de la solución SIGPLAN y con una rúbrica de verificación se podrá constatar que tan cerca del objetivo propuesto se encuentra el trabajo realizado. En este rol de verificador también pretende buscar otra organización o un grupo de expertos gerentes de proyectos para que hagan parte de la prueba y den su concepto del proyecto SIGPLAN.

## 7.7 Vinculación del proyecto con ITAC

Como se explicó en un capítulo anterior el proyecto SIGPLAN propuesto tendrá la participación de la empresa ITAC - IT Applications Consulting [6] la cual es una empresa pequeña [27], 100% colombiana fundada en el año 2004, dedicada a proveer servicios de desarrollo de software a la medida y desarrollo de productos propios como software seguro, esta empresa cuenta con una madurez CMMI DEV [24] nivel 3. En el año 2016 esta empresa empieza su proceso de madurez CMMI DEV nivel 5, este proceso cuenta con 32 áreas de proceso las cuales se van implantando según el nivel de madurez de la organización. En la siguiente imagen se pueden apreciar los niveles CMMI DEV.

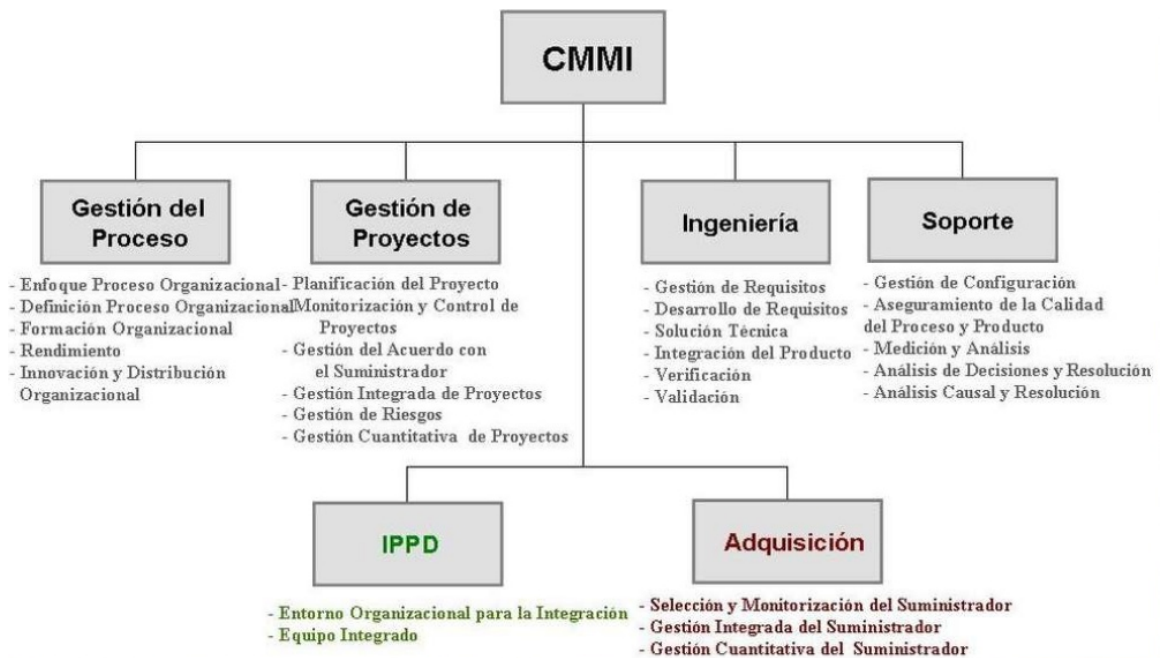
**Figura 8: Niveles de madurez CMMI**



Fuente: tomada de [53]

Los niveles se componen de categorías y las categorías cuentan con áreas de proceso como se ve en la siguiente imagen.

Figura 9: Categorías de CMMI DEV



### Fuente: tomada de reingeniería de procesos [54]

El proyecto SIGPLAN se encuentra ubicado dentro de la categoría Gestión de proyectos y el área de proceso PP – Planificación del proyecto.

Propósito de la Planificación del proyecto según CMMI DEV [24]:

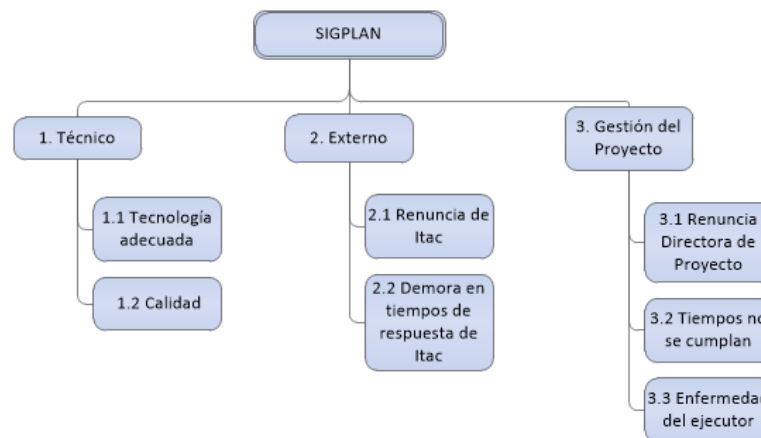
“El propósito de la Planificación del Proyecto (PP) es establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto. La planificación incluye la estimación de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, la determinación de los recursos necesarios, la negociación de los compromisos, la elaboración de un calendario, y la identificación y el análisis de los riesgos del proyecto. Para establecer el plan de proyecto, puede ser necesario realizar iteraciones de estas actividades. El plan de proyecto proporciona la base para realizar y controlar las actividades del proyecto que abordan los compromisos con el cliente del proyecto”.

## 7.8 Plan de gestión del riesgo

La gestión de riesgos se realizará durante toda la ejecución y cierre del proyecto, esta sección se presentan los aspectos considerados para la definición de la matriz de riesgos en donde para cada riesgo potencial se establece su descripción, probabilidad de ocurrencia, impacto, plan de mitigación, plan de contingencia y el responsable de su gestión.

A continuación, se muestra la estructura de descomposición del riesgo (EDR)

**Figura 10: Estructura de descomposición del riesgo**



De la EDR se describen posibles riesgos que pueden llegar a materializarse durante la ejecución del proyecto, junto con un plan de mitigación para evitar que lleguen a materializarse y en caso que sea inevitable su eventual aparición se presenta un plan de contingencia.

Probabilidad de Ocurrencia [Alta; Media; Baja]: Probabilidad de materialización de un riesgo.

- **Muy Alta:** tiene una alta probabilidad de ocurrir durante la ejecución del proyecto en un porcentaje superior o igual al 80%
- **Alto:** tiene una alta probabilidad de ocurrir durante la ejecución del proyecto en un porcentaje igual o superior al 70 % y menor al 80%
- **Medio:** tiene una probabilidad media de ocurrir durante la ejecución del proyecto entre un 40 % y 69 %
- **Baja:** tiene una probabilidad media de ocurrir durante la ejecución del proyecto entre un 11 % y 39 %
- **Muy baja:** tiene una alta probabilidad de ocurrir durante la ejecución del proyecto en un porcentaje mayor que 1 y menor o igual al 10%

**Tabla 9: Definición de las escalas de impacto del riesgo**

Condiciones definidas para las escalas de impacto de un Riesgo sobre los principales objetivos del proyecto					
Objetivo del proyecto	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
<b>Tiempo</b>	Aumento en tiempo ente uno 1 y 2 días	Aumento en tiempo ente uno 3 y 4 días	Aumento en tiempo ente uno 5 y 7 días	Aumento en tiempo ente uno 8 y 15 días	Aumento en tiempo ente uno 16 y más días
<b>Alcance</b>	Disminución del alcance en 1% en términos no funcionales	Disminución del alcance en un 2 % en términos no funcionales	Disminución del alcance en un 5 % en términos no funcionales	Disminución del alcance en un 10 % en términos no funcionales y funcionales	Disminución del alcance igual o superior 15 % en términos no funcionales y funcionales
<b>Calidad</b>	Disminución de la calidad en 1% en términos no funcionales	Disminución de la calidad en 2% en términos no funcionales	Disminución de la calidad requiere aprobación de los asesores	Disminución de la calidad requiere restringir el alcance de funcionalidades	Disminución de la calidad requiere eliminar funcionalidades

**Fuente:** Elaboración propia



### A continuación, se explica los planes para mitigar el riesgo en el proyecto SIGPLAN

- Plan de Mitigación: Acciones preventivas a tomar para disminuir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo.
- Plan de Contingencia: Acciones correctivas dada la materialización de un riesgo.

**Tabla 10: Plan de mitigación del riesgo**

Plan del riesgo					
ID	Riesgo	Pro-babi-lidad	Im-pacto	Plan Mitigación	Plan Contingencia
<b>1. Técnico</b>					
1.1	Tecnología adecuada	Baja	Medio	La selección de tecnología se estableció como una tarea primordial para que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo con éxito	En caso de que un componente no funcione bien se pretende buscar en la bibliografía otro sustituto que pueda cumplir las mismas funciones sin afectar la calidad del producto final
1.2	Calidad	Baja	Medio	Para asegurar la calidad del proyecto, se realizarán evaluaciones y retroalimentaciones periódicas con el fin de corregir errores antes de que estos lleguen a un estado avanzado	Si en una etapa avanzada se descubre algún elemento con baja calidad se debe revisar y corregir, revisando que su impacto sea menor en su entorno.
<b>2. Externo</b>					
2.1	Renuncia de ITAC	Baja	Medio	Constante verificación sobre el compromiso de su permanencia en el proyecto	Buscar una empresa que pueda participar en el proyecto, en caso que no exista otra empresa se debe buscar uno o más expertos gerentes de proyectos para que suman el rol de ITAC
2.2	Demora en tiempo	Alta	Baja	Se plantea hacer reuniones cortas sólo con los interesados en la fase que se esté	Hacer sesiones cortas con la parte interesada de ITAC, esta sesión consiste

	pos de respuesta de ITAC			llevando en curso, se solicitará apoyo a la gerencia de ITAC para gestionar los tiempos de respuesta	en responder algunas preguntas
<b>3. Gestión del Proyecto</b>					
<b>3.1</b>	Renuncia Directora de Proyecto	Baja	Medio	Constante comunicación para conocer el estado de su permanencia en el proyecto	Solicitar a la dirección de la maestría un director que pueda seguir con la Dirección del proyecto
<b>3.3</b>	Tiempos no se cumplan	Baja	Medio	Constante seguimiento al resultado de los entregables comprometidos	Sacar actividades extras que no le aporten demasiado al proyecto pero que no afecten su calidad final
<b>3.2</b>	Enfermedad del ejecutor	Baja	Medio	Cuidado personal en temas relacionados con salud	Ajustar el cronograma para ver que las actividades planteadas se cumplan

**Fuente:** Elaboración propia

## 7.9 Gestión de la calidad del proyecto

En este proyecto se pretende establecer políticas de calidad para asegurar que cada uno de los entregables que tiene el proyecto SIGPLAN satisfaga las necesidades por las cuales fue creado.

Para hacer este seguimiento de la calidad se va a usar un artefacto llamado “hojas de verificación” esta herramienta se va a usar como una comprobación de que tan aceptable es un entregable en términos de calidad.

Para evaluar esta calidad se tendrá esta métrica de evaluación:

**Aceptable:** se refiere a que el entregable se ajusta a los requerimientos planteados y con una alta calidad

**Bueno:** se refiere a que el entregable se ajusta a los requerimientos planteados, pero puede ser susceptible de mejora en algunos aspectos, no se rechaza el entregable, pero se deja la observación para su posterior revisión.

**Mejora Necesaria:** el entregable no se ajusta a los requerimientos planteados, por lo tanto, es necesario ajustarlo para que suba al nivel de bueno o aceptable.

## 7.10 Estrategia de comunicaciones

Para este proyecto se definieron dos estrategias de comunicación

- A. Comunicación con la directora de proyecto: se definieron reuniones semanales en las cuales se debe presentar el respectivo avance del proyecto, estas reuniones se llevaron a cabo en las instalaciones de la universidad o sitios alternos acordados por las partes, también se hizo uso de los canales electrónicos como correo.
- B. Comunicación con la empresa participante: esta comunicación se realizó mediante reuniones programadas dentro de la organización, el objetivo de estas reuniones fue mostrar los avances y recibir las observaciones a los avances, los resultados de estas reuniones se ponen en actas de reunión.

## 7.11 Componentes

En este capítulo se realizó un análisis amplio de los componentes utilizados para la solución SGIPLAN, estos componentes se describen en una serie de entregables los cuales hacen parte de los anexos de este proyecto, para facilitar al lector el recorrido de este análisis cada componente analizado tiene un breve resumen.

### 7.11.1 Métodos de estimación

Este análisis pretende identificar los métodos más apropiados para estimación de software, estas es una parte fundamental para una gestión efectiva del proceso de desarrollo de proyectos informáticos. La medición del tamaño de un software es comúnmente, uno de los principales obstáculos para la estimación de los tiempos y el costo de un proyecto. Este trabajo busca revisar los principales métodos para calcular el tamaño y estimar los esfuerzos y costos del proceso de desarrollo.

Para este proyecto se decidió utilizar el método de estimación de esfuerzo por puntos de caso de uso [55], este método define una medida de la cantidad de esfuerzo que se requiere para desarrollar software frente a la cantidad de trabajo que el software está destinado a hacer. El método de punto de caso de uso fue creado por Gustav Karner de Rational Software Corporation en los mediados de los años 1990 [56]. Este método se basa en un estudio de cerca de 200 proyectos con un tamaño medio de 5 años-hombre de esfuerzo.

Para ver el análisis completo ver [Anexo 9](#)

### 7.11.2 Información base de ITAC

Este capítulo pretende describir la dinámica de trabajo de la empresa ITAC IT Application Consulting en el entorno de sus procesos para el desarrollo de proyectos informáticos.

Para realizar el proceso de validación de la solución se decidió recolectar a la información de 4 proyectos que la empresa ya desarrolló en los años 2016, 2015 y 2012, esta información corresponde a los siguientes datos:

- Número de horas hombre del proyecto
- Costos de los recursos humanos involucrados
- Costos de impuestos de los proyectos
- Gastos administrativos del proyecto
- Tecnologías de desarrollo del proyecto
- Arquitectura del proyecto

La información suministrada por ITAC sirvió para diseñar los modelos de entre la generación de escenarios y los componentes de los proyectos, por otro lado, la parte relacionada con los costos sirvió para calcular los gastos generales de los escenarios, estos costos son específicos a cada organización así que quedaron parametrizables en base de datos, más adelante en el capítulo de diseño se amplía el tema de costos.

Por razones de privacidad con ITAC esta información no es pública por lo tanto no hace parte de los entregables del proyecto, solo se utilizó con fines académicos dentro del proyecto.

### 7.11.3 Clasificación de proyectos

Este capítulo hace referencia a la clasificación de proyectos informáticos los cuales tienen un amplio espectro según su enfoque y entorno en el que se desea aplicar, el objetivo de este numeral es hacer un breve recorrido sobre los proyectos informáticos y definir cuáles son los proyectos en los que se va a profundizar en la solución propuesta SIGPLAN.

#### 7.11.3.1 Proyecto informático

Cómo ya se ha descrito un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, por naturaleza un proyecto tiene un objetivo claro, es temporal, tiene recursos e implica que tiene un inicio y un final definidos [16]. Entonces, un proyecto informático es la ejecución de actividades simultáneas, secuenciales o iterativas que incluyen personas, infraestructura, hardware, software y diversos planes, enfocados en obtener uno o más resultados deseables sobre un sistema de información [57]. En la siguiente figura se observan los componentes de un sistema informático.

**Figura 11: componentes de un proyecto de desarrollo de software**



**Fuente: Elaboración propia**

En el análisis realizado se identificaron diferentes tipos de proyectos informáticos los cuales se numeran a continuación:

- Desarrollo de software
- Planeación de recursos empresariales ERP
- Gestión de relación con los clientes CRM
- Gestión de la cadena de suministro SCM
- Proyectos de hardware
- Comunicación y redes
- Instalación de hardware para seguridad
- Sistemas de información de misión crítica SIMC
- Auditorias
- Sistemas operativos
- Inteligencia de negocios
- Mantenimiento de aplicaciones

El proyecto SIGPLAN se centra en proyectos informáticos de tipo “Desarrollo de software” este tipo de proyectos cuenta con características específicas que se nombran a continuación y serán tenidas en cuenta para el desarrollo del modelo de la aplicación SIGPLAN.

Características de proyectos informáticos de desarrollo de software

Estas características están basadas en los aportes de [58], [59], para tener más información remitirse al documento [Anexo 11](#)

**Datos persistentes:** La información persistida generalmente es el núcleo del sistema y su ciclo de vida es más amplio que el del resto de los componentes.

**Estructura de datos:** están organizados en decenas de millones de registros, siendo esta información la mayor parte del sistema, por lo general se utilizan motores de base de datos relacionales en los cuales se hace más fácil el acceso a la información.

**Acceso concurrente a datos:** Generalmente muchas personas acceden a los datos concurrentemente. Debido a esto, hay problemas bien determinados que deben abordarse para asegurar que los distintos usuarios pueden acceder a la información de manera confiable.

**Interfaces gráficas:** Para manejar tanta información es necesario disponer de cientos de pantallas que permitan presentar los datos de distinta forma y, eventualmente, para distintos usuarios.

**Integrado con otras aplicaciones empresariales:** Las aplicaciones empresariales raramente viven de manera aislada; generalmente requieren integrarse con otras aplicaciones de la empresa o fuera de la misma.

**Lógica de Negocio Compleja:** Las reglas de negocio son parte integral del sistema ya que permite mejorar procesos, tareas, además de interconectar diferentes áreas de la organización.

**Lenguajes de Programación:** existe diferentes lenguajes en los cuales puede ser implementado como por ejemplo lenguajes imperativos, declarativos, orientados a objetos, orientados al problema y de programación natural. Este proyecto se centra en los lenguajes orientados a objetos de tercera generación, junto con lenguajes imperativos como SQL y lenguajes declarativos como HTML.

**Arquitectura:** puede ser arquitectura multicapa, arquitectura orientada a servicios SOA, web, cliente servidor, entre otras.

Para ver el informe completo ver [Anexo 10](#)

#### 7.11.4 Descomposición de proyectos

El objetivo de este capítulo es presentar una estructura de descomposición de proyectos informáticos, esto quiere decir llevar al nivel de clasificación de los proyectos teniendo en cuenta lenguajes de desarrollo, framework de presentación, tipo de aplicaciones web, móvil o escritorio, bases de datos, entre otras características. Esto con el fin de centrar la propuesta hacia un tipo de proyectos específicos para acotar el alcance y hacer que SIGPLAN sea más efectivo centrándose en los tipos de aplicaciones empresariales transaccionales.

Como insumo a este documento se tomará el entregable [Anexo 10](#), desarrollado en el marco de este proyecto, el cual nos brinda una visión global de la clasificación de proyectos informáticos, por consiguiente, se pretende profundizar más en esta materia para ampliar el suministro a una posterior etapa que es el diseño del sistema SIGPLAN.

En el análisis realizado en el documento [Anexo 11](#) se identificaron las diferentes aplicaciones de software:

- Web Estática
- Web dinámica
- Aplicaciones web gestoras de contenidos
- Web animada
- Web de tienda virtual
- Portal web
- Aplicación web empresarial

Este proyecto se enfoca en las Aplicaciones web empresariales ya que son aplicaciones de software desarrolladas para administrar las operaciones, activos y recursos de una empresa [60], Este tipo de aplicaciones es la de mayor dificultad, fácilmente este tipo de aplicaciones tiene millones de líneas de código (java, C#, Vb, Php, sql), este tipo de aplicaciones soportan modelos de negocio como por ejemplo en el sector financiero, salud, educación, seguridad, administrativos, transaccional, entre muchos más, las aplicaciones web empresariales por lo

general son multicapa, con motores de base de datos y comunicación entre sistemas de información externos. Por lo general estos sistemas empresariales están en la intranet de las empresas, donde se potencia el acceso a la información de la organización, contacto con clientes y proveedores, material de trabajo para sus trabajadores, cuidando mucho el tipo de información a presentar en función del tipo de usuario que la solicita por ser muchas veces confidencial [61].

Ver informe completo [Anexo 11](#).

### 7.11.5 Herramientas de desarrollo

El propósito de este capítulo es establecer las herramientas de desarrollo que se van a usar para implementar SIGPLAN, estas herramientas comprenden el entorno de desarrollo, lenguaje de programación, base de datos, generador de reportes, JDK, entre otras.

A continuación, se presenta una tabla con los ítems seleccionados

**Tabla 11: herramientas de desarrollo**

Descripción	Ítem Seleccionado
Entorno integrado de desarrollo	NetBeans 8.1
Lenguaje de Programación	Java
Edición empresarial	JEE 7
Java Developer Kit	JDK 8
Framework de presentación	PrimeFaces 6.0
Gestor de bibliotecas	Maven
Servidor de aplicaciones	Glassfish 4.1
Motor de Base de datos	Postgres 9.5

Para ver el informe completo ver [Anexo 12](#)

### 7.11.6 Requerimientos

Para el levantamiento de requerimientos de la solución SIGPLAN se tuvieron en cuenta el análisis que se realizó a los métodos de investigación, la clasificación de proyectos, descomposición de proyectos, y cruzados con la información y necesidades expresadas por la empresa ITAC, a continuación, se presenta un breve resumen de los elementos tenidos en cuenta para tomar los requerimientos iniciales

## 7.12 Bases de conocimiento

**Tabla 12: Cuadro de relación de información analizada para la generación de escenarios**

Investigación	Objetivo	Resultado
---------------	----------	-----------

Métodos de estimación	Realizar un análisis e identificar los diferentes métodos de estimación que las organizaciones utilizan para realizar planeaciones de proyectos y calcular los esfuerzos requeridos	Se seleccionó un método de estimación el cual será usado y aplicado en la solución SIGPLAN, este método de estimación también fue identificado como un elemento de apoyo que usa la empresa ITAC para realizar sus estimaciones y posterior planeación de proyectos informáticos
Clasificación de proyectos	Realizar un análisis de los diferentes proyectos informáticos que desarrollan las empresas de base tecnológica, con este análisis se pretende analizar el foco en el que se encuentra la industria colombiana y en especial la empresa participante ITAC	Se identificó la caracterización de proyectos informáticos y se seleccionó junto con la empresa ITAC cuales de estos proyectos por su naturaleza son los que mayor demanda se requieren en el mercado. Esta caracterización permitió identificar para que tipo de proyectos se iba a realizar los escenarios de planeación
Descomposición de proyectos	Realizar un análisis de los diferentes componentes que encierran el desarrollo de un proyecto informático, estos componentes se desglosaron en tecnologías, arquitecturas, lenguajes, entre otros elementos	Se identificó los componentes que encierran los proyectos informáticos y en especial los de desarrollo de software a la medida, estos elementos fueron la base para identificar las variables que deben ser expuestas en la generación de los escenarios

Fuente: Elaboración propia

### 7.13 Información de proyectos de ITAC

ITAC suministró información que ha recopilado a través de los años en documentos y herramientas de seguimiento y control, esta información se depuró ordenó y clasificó para obtener el mejor provecho de ella, a continuación, se explica que tipo de información que se obtuvo, el objetivo de procesar esta información y los resultados obtenidos del análisis.



**Tabla 13: Cuadro de análisis de información suministrada por ITAC**

Información suministrada	Análisis	Resultado
Documentos de arquitectura de diferentes proyectos desarrollados	Identificar la caracterización de los proyectos desarrollados, junto con los componentes que involucraron la solución final	Se realizó el cruce de información con la clasificación de proyectos y los proyectos ejecutados en la empresa ITAC, con esto se logró identificar con cuales proyectos se puede trabajar para la generación de escenarios de planeación
Información de esfuerzos en ejecución de proyectos, clasificada por roles personas y roles que participaron en las diferentes etapas de los proyectos	Identificar el esfuerzo involucrado en cada fase del proyecto y que la sumatorio de estos esfuerzos lleven a cumplir los objetivos del proyecto	Se estableció los elementos como costos, fases y esfuerzos asociados a la ejecución de los proyectos, esto permitió tener un entendimiento claro de las fases en los que los proyectos demandan más recursos financieros y esfuerzo.
Información de costos fijos, costos variables y deducibles de los proyectos	Identificar los costos indirectos y directos asociados a la ejecución de proyectos	Este análisis permitió identificar todos los costos que se encuentran alrededor de un proyecto y analizar el impacto que estos costos tienen sobre el funcionamiento de la organización y la ejecución de proyectos

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de esta primera fase se presentó a ITAC una lista de requerimientos a tener en cuenta para la generación de escenarios, junto con ITAC se priorizaron los requerimientos y se eliminaron algunos elementos que identificó que no le aportaban valor significativo al proyecto SIGPLAN.

Del análisis de esta segunda fase se generan los requerimientos del proyecto SIGPLAN, este análisis dio como resultado la definición de 44 requerimientos funcionales y 1° requerimientos no funcionales. A continuación, se hace una breve descripción de los requerimientos, se identificaron 4 módulos principales del proyecto:

Módulo de administración: aunque este módulo no hace parte del alcance de este proyecto, se identificó la necesidad de modelar los roles y usuarios de la aplicación, para que en trabajos futuros se pueda completar esta funcionalidad.

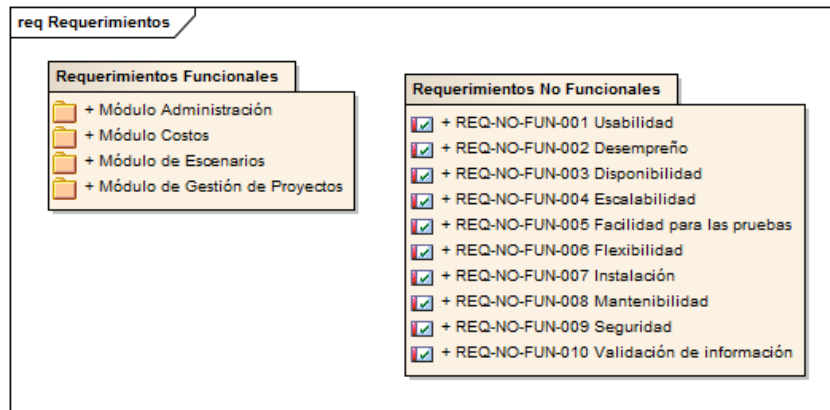
Módulo de costos: dentro de este módulo se encuentran funcionalidades que permiten registrar los costos asociados a la operación de la organización. Estos costos se dividen en los siguientes ítems.

Módulo de gestión de proyectos: este módulo permite administrar todo el ciclo de vida de las aplicaciones desarrolladas en por la organización. Esta funcionalidad se divide en parametrización de los componentes y administración de proyectos históricos de la organización.

Módulo de escenarios: este es el módulo principal del sistema SIGPLAN, en el cual debe tomar como parámetros de entrada el alcance, inversión, recursos, tiempo y como resultado se debe mostrar la combinación de todos estos recursos para obtener el mejor escenario que llevaría a un proyecto satisfactorio para la empresa. Este módulo hace uso del módulo de costos y gestión de proyectos para ser más preciso al generar la estimación.

Se requiere que ingrese los parámetros antes nombrados y seleccione cuál de estos tiene mayor prioridad y cuál de estos no es variable, a partir de estos datos el sistema debe generar escenarios combinando los recursos disponibles. En caso que con los recursos disponibles no sea posible un escenario válido el sistema debe generar otros escenarios en los cuales se cumpla en el alcance del proyecto.

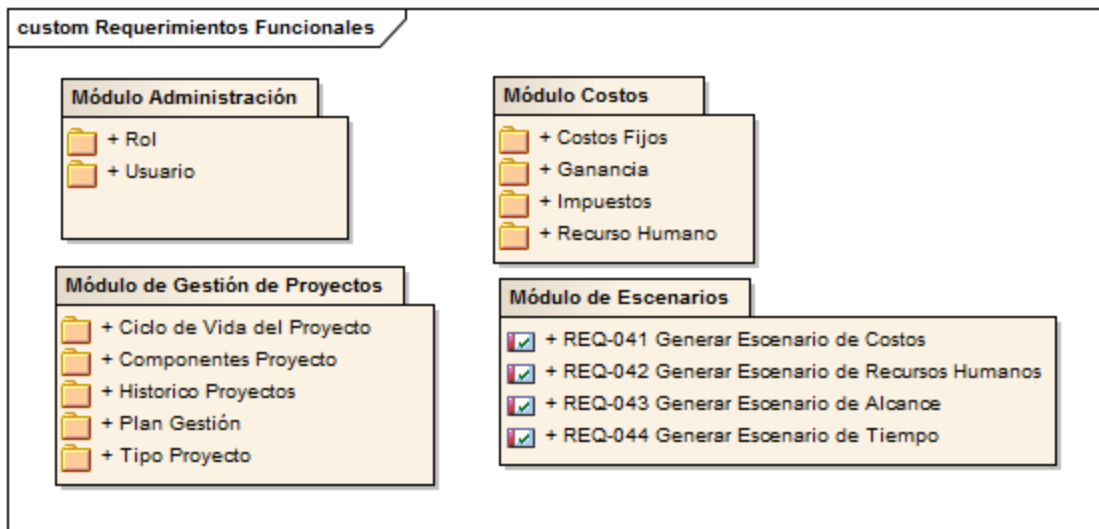
**Figura 12: Módulos generales del sistema SIGPLAN**



**Fuente: Elaboración propia**

En la siguiente figura se muestra un desglose general de cada módulo del sistema.

**Figura 13: Módulos de proyecto SIGPLAN**

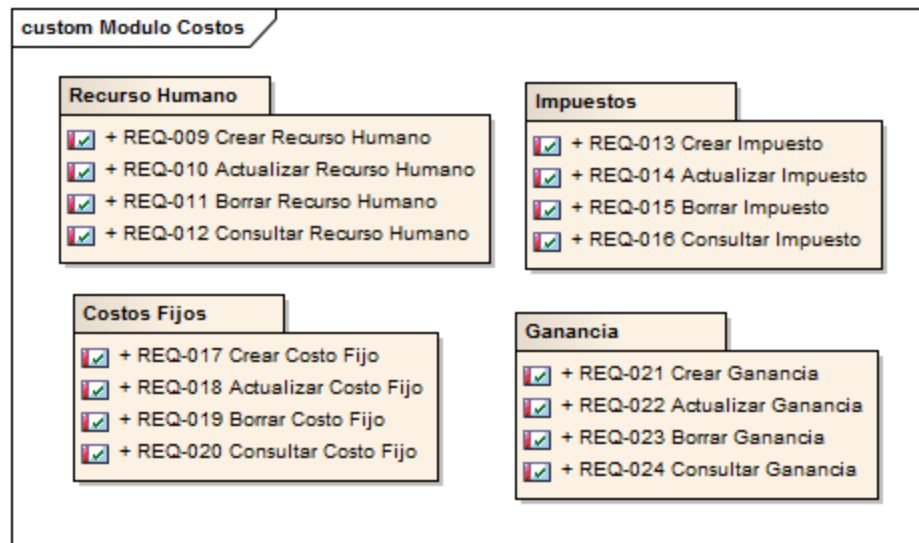


**Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se muestra en detalle el módulo de costos del proyecto SIGPLAN.

- Costos fijos: son los relacionados a los costos administrativos de la empresa dentro de estos se encuentran servicios públicos, arriendo, alquiler de servidores, servicios generales entre otros.
- Costos variables: los costos variables están directamente asociados a los proyectos como, por ejemplo, viáticos, costo de licencias, bonificaciones por objetivos, entre otros.
- Impuestos: estos impuestos están relacionados con los descuentos de ley que debe incurrir la empresa por ejecutar proyectos informáticos sea en el sector público o en el sector privado. Estos impuestos están relacionados con entes como Dian, cámara de comercio, IVA, retención en la fuente.
- Recurso Humano: Los recursos humanos son los componentes más importantes en el desarrollo de los proyectos informáticos, es por ello que el sistema SIGPLAN debe permitir ingresar los diferentes perfiles que pueden participar en el proyecto y los costos por hora, día o mes que están asociados a estos roles.
- Ganancia: SIGPLAN debe permitir que la empresa ingrese su porcentaje de ganancia por proyecto, esto permite visualizar los márgenes libres que deben quedar de un proyecto cuando se restan los costos fijos más los costos variables.

**Figura 14: Módulo de costos**



**Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se muestra en detalle el módulo de Gestión de proyectos del proyecto SIGPLAN

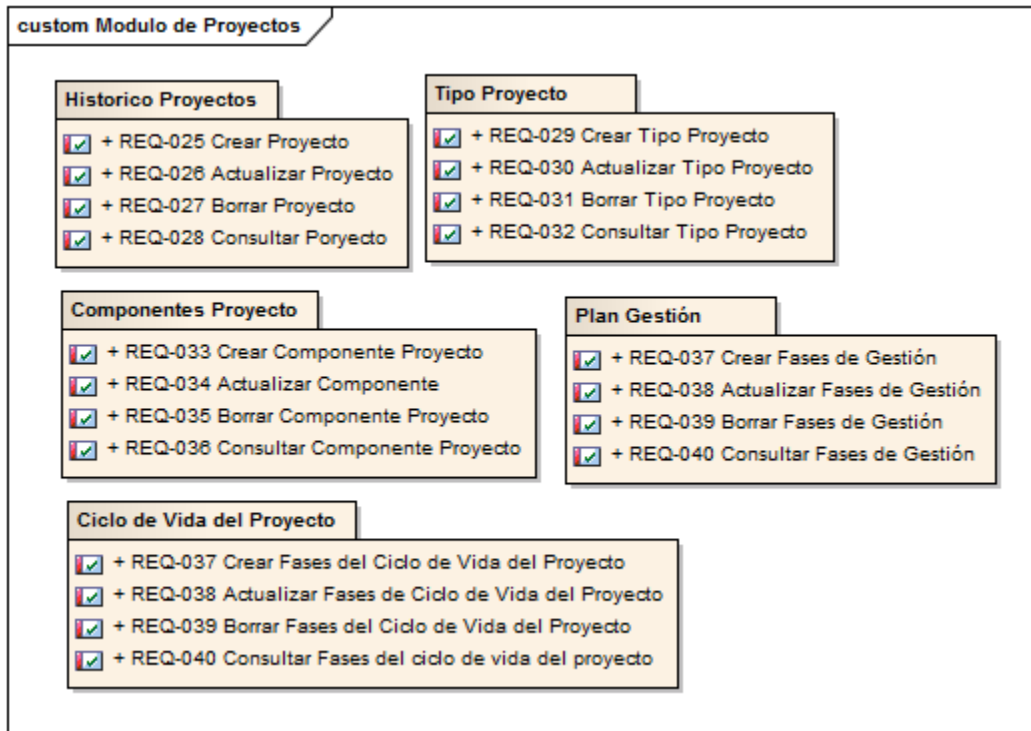
**Ciclo de vida del proyecto:** Este módulo representa los ciclos de vida del proyecto y los tiempos que se dedican a cada fase del desarrollo. Estas fases de ciclo de vida tienen relación directa con los proyectos.

**Componentes del proyecto:** Los componentes son parte integral de los proyectos, entre estos componentes se tienen en cuenta los módulos funcionales, las tecnologías involucradas, las operaciones de negocio que soportan, también como la complejidad que involucró su desarrollo.

**Histórico de proyectos:** este corresponde a un resumen de los proyectos ejecutados en los que se tendrá en cuenta tiempos, costos, alcance, recursos humanos.

**Plan de gestión:** se debe capturar un resumen de los esfuerzos involucrados en cada fase de la gestión del proyecto, contando desde el inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control. Estos esfuerzos están medidos por tiempo, número de recursos asignados, también los costos asociados a cada fase.

**Tipo de Proyectos:** los tipos de proyectos comprenden la clasificación de los proyectos informáticos y se trata de capturar los proyectos a los que se dedica la empresa para mejorar la estimación.

**Figura 15: Módulo de gestión de proyectos**

**Fuente: Elaboración propia**

**A continuación, se muestra en detalle el módulo de escenarios del proyecto SIGPLAN**

**Módulo de escenarios:** este es el módulo principal del sistema SIGPLAN, en el cual debe tomar como parámetros de entrada el alcance, inversión, recursos, tiempo y como resultado se debe mostrar la combinación de todos estos recursos para obtener el mejor escenario que llevaría a un proyecto satisfactorio para la empresa. Este módulo hace uso del módulo de costos y gestión de proyectos para ser más preciso al generar la estimación.

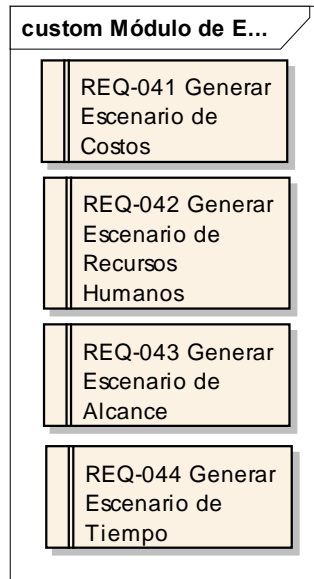
Se requiere que ingrese los parámetros antes nombrados y seleccione cuál de estos tiene mayor prioridad y cuál de estos no es variable, a partir de estos datos el sistema debe generar escenarios cambiando los recursos disponibles. En caso se lo solicitado con los recursos disponibles no sea posible el sistema debe generar otros escenarios en los cuales se cumpla en alcance del proyecto.

Tener en cuenta documento:

2.1 Informe de métodos de estimación. Ver [Anexo 9](#)

2.2 Documento de información base de Itac.docx

**Figura 16: Módulo de generación de escenarios**



**Fuente: Elaboración Propia**

para ver el informe completo de requerimientos ver [Anexo 13](#)

## 7.14 Informe de retrospectiva

Esta fase termina con la presentación en ITAC del documento de requerimientos de la cual surgen comentarios y aportes de mejora, los cuales quedan consignados en el acta de la reunión ver [Anexo 14](#).

Como conclusiones generales de la reunión, se visualiza una buena acogida del proyecto por parte de ITAC, y se queda que para tener más claro el objetivo del proyecto se debe presentar un prototipo funcional e incremental de la herramienta.

## 8 FASE 3 DISEÑAR Y DESARROLLAR

En esta fase se presenta de forma concisa la arquitectura propuesta y el diseño detallado del proyecto SIGPLAN. Este documento evolutivo reúne los elementos de arquitectura necesarios para proporcionar a los usuarios técnicos una herramienta que le permita la validación de la propuesta por el desarrollador y además que sea una guía fundamental para la construcción total del sistema y su posterior mantenimiento.

### 8.1 Arquitectura

#### 8.1.1 Alcance

En este documento se encuentra la arquitectura de la solución con la vista de alto nivel, vista detallada, despliegue físico, despliegue lógico y diagrama de paquetes.

#### 8.1.2 Audiencia

La audiencia de este documento incluye analistas expertos del negocio, técnicos, desarrolladores, arquitectos, diseñadores y analistas funcionales que de una u otra forma tengan relación con el sistema.

#### 8.1.3 Motivaciones de negocio

Contar con un sistema que le brinde soporte al proceso de planeación de la gestión de proyectos informáticos, brindando escenarios que ayuden al gerente de proyectos a proyectar las iniciativas con recursos disponibles y bajo restricciones de la organización o impuestas por el cliente.

#### 8.1.4 Decisiones de arquitectura

A continuación, se relacionan las diferentes decisiones de arquitectura generales, en donde se contemplan las configuraciones del servidor de aplicaciones y base de datos de la aplicación.

La arquitectura definida para la solución SIGPLAN está basada en los lineamientos de la Plataforma JAVA edición empresarial [62], a continuación, se explican algunos lineamientos clave en el diseño del proyecto.

### 8.2 Recomendaciones para el uso de tecnología JEE

Cuando se implementan aplicaciones empresariales usando tecnología JEE, se recomienda que se haga uso de Frameworks existentes en el mercado. Para la capa de presentación se recomienda que se haga uso del framework estándar de industria Java Server Faces. Los Entity Beans, Message-Driven Beans y Session Beans tienen diferentes usos en una aplicación JEE. Es importante comprender dónde encaja cada uno de los tipos de componentes EJB cuando se está diseñando una aplicación.

### 8.3 Entidades

Los entity beans son clases POJO serializables que son utilizados para representar el modelo de negocio, uno de los mayores cambios de la versión 2.1 a la versión 3.0 de los entity beans es que estos no son tratados como componentes EJB, ni tienen un ciclo de vida específico que administre el contenedor, simplemente son clases POJO con anotaciones para realizar el mapeo del objeto a la tabla. Se recomienda usar entity beans cuando se requiere almacenamiento persistente para un objeto de negocio utilizando JPA.

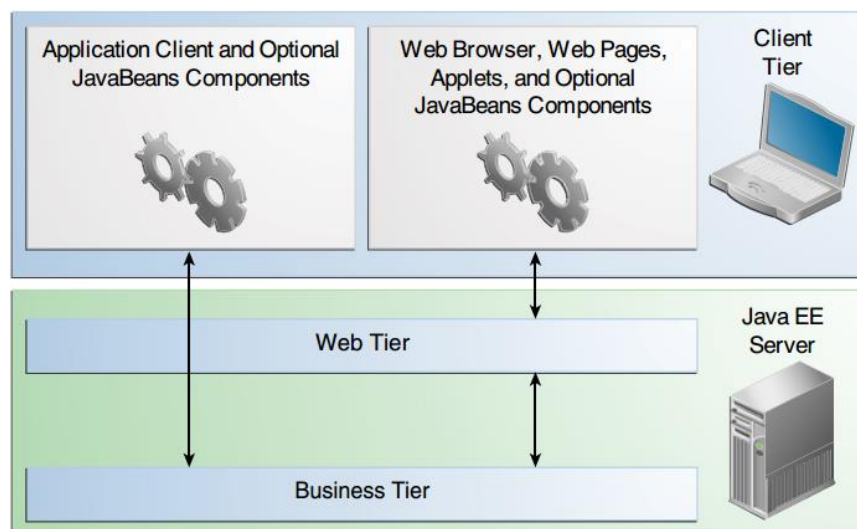
### 8.4 Clientes Web

Un cliente web consta de dos partes, páginas web dinámicas que contienen varios tipos de lenguaje de marcado (HTML, XML, entre otros) generados por componentes web que se ejecutan en el nivel web. Un navegador web que procesa las páginas recibidas en el servidor, Un cliente web a veces se llama un cliente ligero. Los clientes ligeros normalmente no consultan bases de datos, no ejecutan reglas de negocio complejas o no se conectan a aplicaciones heredadas. Cuando se utiliza un cliente ligero, estas operaciones pesadas se descargan a los beans empresariales que se ejecutan en el servidor Java EE, donde pueden aprovechar la seguridad, la velocidad, los servicios y la fiabilidad de las tecnologías de servidor Java EE.

### 8.5 Comunicación del servidor

La Figura 1 muestra los diversos elementos que pueden formar el nivel de cliente web de la solución SIGPLAN. El cliente se comunica con el nivel de negocio que se ejecuta en el servidor Java EE directamente o, como en el caso de un cliente que se ejecuta en un navegador, pasando por páginas web o servlets que se ejecutan en el nivel web.

**Figura 17: Comunicación del servidor**



Fuente: Java Platform, Enterprise Edition [62]



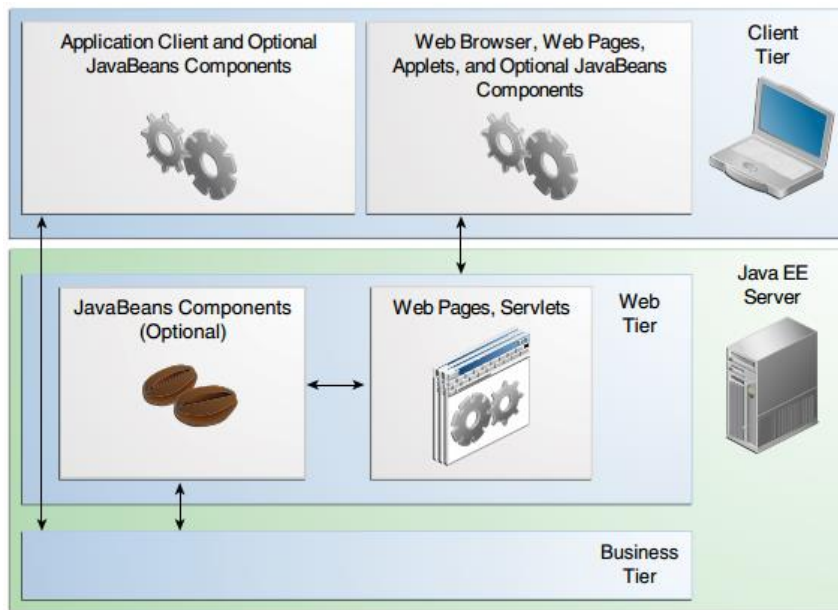
## 8.6 Componentes de la aplicación SIGPLAN

Los componentes web de Java EE usados en la solución SIGPLAN son páginas web creadas utilizando la tecnología Java Server Faces, estas clases de lenguaje de programación Java que procesan dinámicamente peticiones y construyen respuestas. La tecnología Java Server Faces se basa en servlets y tecnología JSP y proporciona un marco de componentes de interfaz de usuario para aplicaciones web.

Las páginas y los applets estáticos del HTML se empaquetan con los componentes del Web durante el ensamblaje de la aplicación, pero no se consideran componentes por la especificación de Java EE.

Las clases de utilidad del servidor también se pueden incluir con componentes web y, al igual que las páginas HTML, no se consideran componentes web. A continuación, se especifican los componentes involucrados en el despliegue de la aplicación SIPLAN.

**Figura 18: Componentes de despliegue**



Fuente: Java Platform, Enterprise Edition [62]

### 8.6.1.1 Decisiones comunes

Se elige como herramientas y tecnologías de desarrollo las expresadas en el numeral 7.11.5

Para mayor información de las herramientas de desarrollo remitirse al documento [Anexo 12](#) desarrollado en el marco del proyecto SIGPLAN.

Se va a entregar un módulo desplegable que va a representar la aplicación SIGPLAN, la cual se encargará de implementar los casos de uso de generación de escenarios de

La aplicación va a ser desarrollada bajo una arquitectura N-Tier (N-Capas), la cual permite que se pueda manejar componentes distribuidos, así como la asignación de responsabilidades específicas a cada una de las capas.

Para el modelo de datos se definen los siguientes prefijos para el nombramiento de las tablas de la base de datos:

SP\_\*: Representa el prefijo de las tablas que van a ser modeladas como parte del dominio de SIGPLAN.

### **8.6.2 Vista Funcional**

Se describen los elementos funcionales del sistema, así como sus principales responsabilidades. Es un punto de referencia para el entendimiento del desarrollo de la arquitectura.

La solución SIPLAN permitirán ser una herramienta de apoyo en la planeación de la gestión de proyectos informáticos, la herramienta permitirá generar escenarios de la planeación de un proyecto, contemplando elementos como recursos financieros, tiempo, recurso humano, alcance del proyecto. Un escenario se compone de la distribución de recursos con lo cual se pretende llegar al objetivo del proyecto, en el caso que los recursos disponibles no sean suficientes la solución SIGPLAN debe brindar un escenario alternativo.

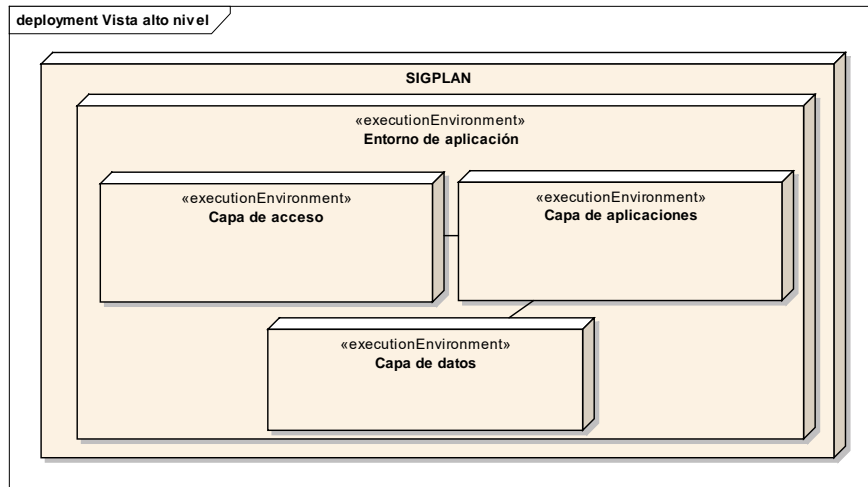
Se pretende que SIPLAN sea una herramienta de fácil uso intuitiva para que sea usada por líderes, gerentes de proyectos, gerentes generales. Esta herramienta necesitará de una configuración inicial para su correcto funcionamiento y constante actualización para que la generación de escenarios sea más precisa.

### **8.6.3 Vista de alto nivel**

En esta vista se muestra los componentes en conjunto, para mostrar sus relaciones y la forma en que están organizados. Actualmente se cuenta con una infraestructura organizada en dominios y capas, las cuales definen los diferentes componentes y las relaciones de interacción permitidas. Cada dominio está constituido por diferentes capas, las cuales separan las aplicaciones dependiendo de su responsabilidad.

A continuación, se muestra los dominios identificados y su responsabilidad:

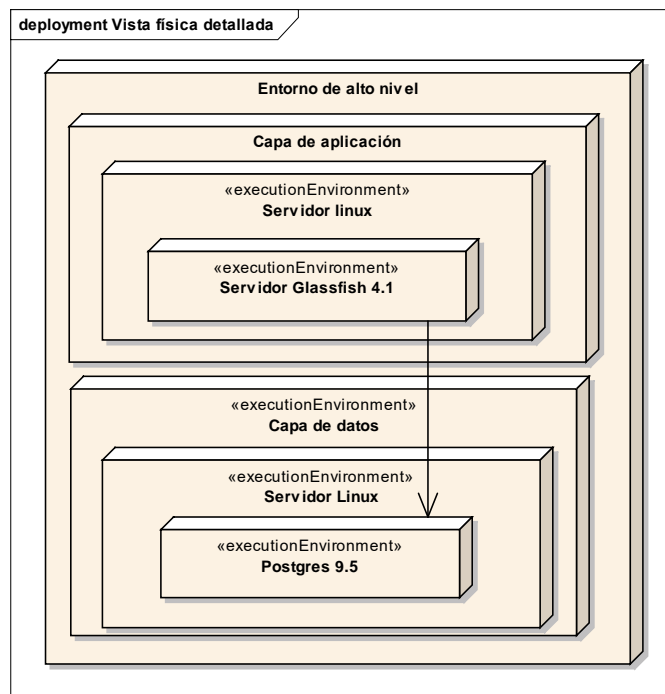
**SIGPLAN:** En este dominio se encuentran las aplicaciones, servicios y datos desplegados necesarios para la aplicación SIGPLAN.

**Figura 19: Vista de alto nivel de SIGPLAN**

Fuente: Elaboración propia

#### 8.6.4 Vista Detallada

Es esta vista se realiza un acercamiento al entorno de la aplicación, en el cual se realizará el despliegue de los diferentes módulos de la aplicación y las plataformas que lo soportaran.

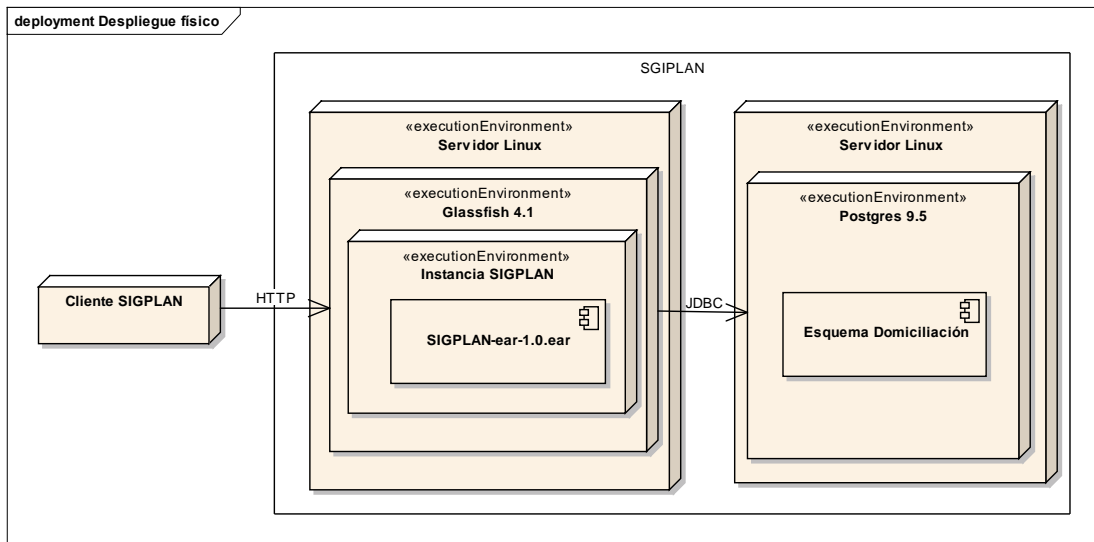
**Figura 20: Vista detallada de SIGPLAN**

**Fuente: Elaboración propia**

### 8.6.5 Despliegue físico

Este diagrama presenta los diferentes dispositivos y entornos de ejecución que se encuentran alrededor del despliegue de las aplicaciones. El diagrama muestra, basado en las decisiones de arquitectura, cómo la aplicación se encuentra desplegada en el servidor de aplicaciones y el esquema de base de datos se encuentra en un entorno diferente.

**Figura 21: Despliegue físico de SIGPLAN**



**Fuente: Elaboración propia**

### 8.6.6 Capas del Sistema

La arquitectura general de la aplicación SIPLAN está basada en el estilo N-Tiers, en donde se hace una clara separación de las responsabilidades además de modularizar la aplicación. Las capas utilizadas por ambos aplicativos son las siguientes:

- **Capa de cliente:** Representa los usuarios que van a realizar peticiones al sistema a través de un navegador web.
- **Capa Web:** Representa todos los componentes que van a realizar el procesamiento de las páginas, redirecciones y parte visual con la cual van a interactuar los clientes de las aplicaciones.
- **Capa de Negocio:** Representa todos los componentes que realizan procesamiento de flujos y reglas de negocio, procesamientos transaccionales de datos. Le presta servicios de procesamiento a la capa web.

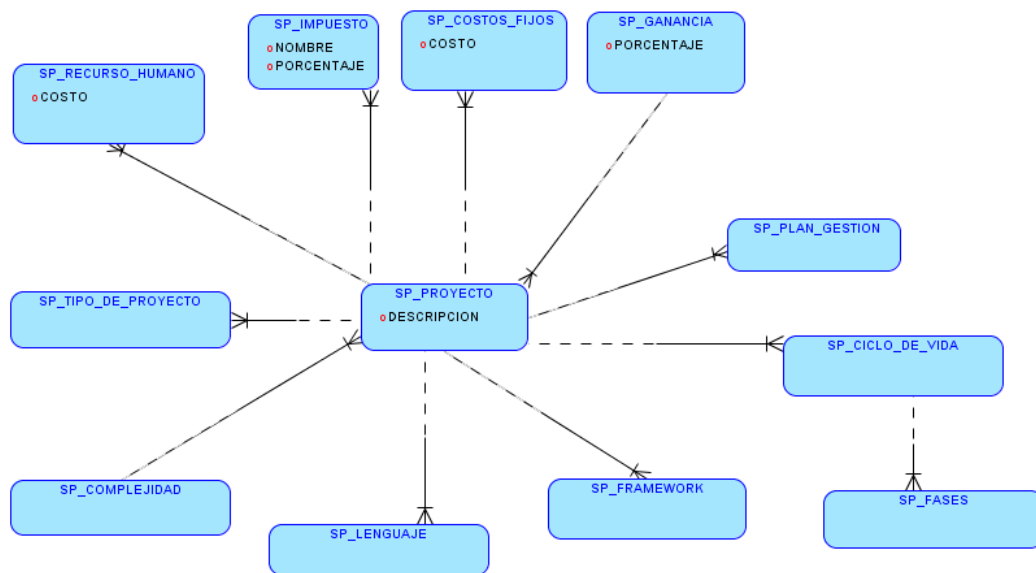
- **Capa de Persistencia y Datos:** Representa los componentes que realizan las atracciones del modelo de dominio y modelos de datos que serán utilizados por las diferentes aplicaciones. Se encapsula en su propio módulo con el fin de que pueda ser reutilizable ente los módulos.

Para ver el documento de arquitectura completo ver [Anexo 15](#)

## 8.7 Modelo de Dominio

El modelo de dominio explica las entidades existentes en la solución SIGPLAN y a su vez representa las relaciones entre estas entidades.

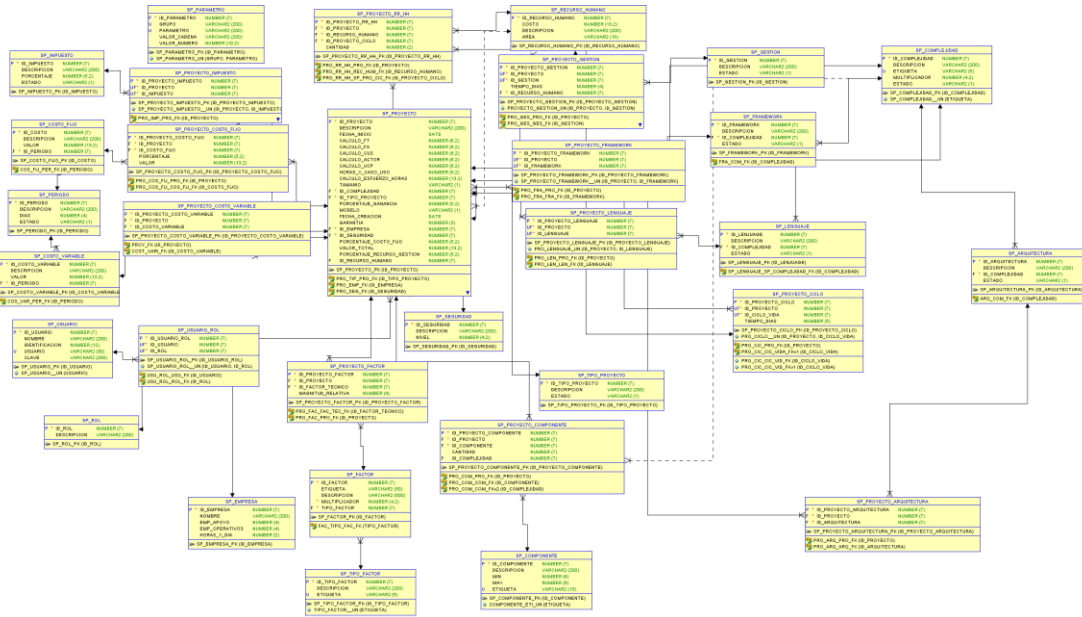
**Figura 22: Modelo de Dominio**



Fuente: Elaboración propia

### 8.7.1 Modelo entidad relación

**Figura 23: Modelo entidad relación**



**Fuente: Elaboración propia**

A continuación, se describen algunas entidades principales

**SP\_PROYECTO:** Esta entidad representa un proyecto informático donde lo integran otras entidades y todas las características de un proyecto informático, esta entidad es una de las principales ya que a esta se le asocian atributos de otras entidades y se crean estructuras intermedias a las cuales se les asignan los valores correspondientes de cada proyecto. Las entidades que tiene asociación directa con SP\_PROYECTO son:

- sp\_proyecto\_architectura
- sp\_proyecto\_ciclo
- sp\_proyecto\_componente
- sp\_proyecto\_costo\_fijo
- sp\_proyecto\_costo\_variable
- sp\_proyecto\_factor
- sp\_proyecto\_framework
- sp\_proyecto\_gestion
- sp\_proyecto\_impuesto
- sp\_proyecto\_lenguaje
- sp\_proyecto\_rr\_hh

**SP\_ARQUITECTURA:** Esta entidad representa la categorización de arquitecturas de software, entre las que se pueden encontrar arquitecturas SOA, multicapa, microservicios, cliente servidor.

SP\_CICLO DE VIDA: Esta entidad describe si un proyecto informático se desarrolló con todas las fases de desarrollo como lo son el análisis, diseño, implementación, pruebas, puesta en marcha, garantía. Pueda darse el caso que un proyecto solo cuente con algunas fases o también que cuente con todas las fases.

SP\_COSTOS\_FIJOS: Esta entidad representa los costos fijos asociados a un proyecto informático dentro de estos costos se puede incluir gastos administrativos, de infraestructura, servicios públicos, arriendos.

SP\_COSTO\_VARIABLE: Esta entidad representa los costos del recurso humano, infraestructura, viáticos que estén asociados directamente al proyecto.

SP\_FACTOR: Esta entidad representa los factores de estimación de los componentes del proyecto, estos son los que se usa en el método de puntos de casos de uso: factor técnico, factor ambiental, casos de uso, factor actor.

SP\_FRAMEWORK: Esta entidad representa todos los framework de desarrollo presentes en un proyecto informático, junto a estos están asociados grados de complejidad en la utilización de este respecto a productos similares.

SP\_IMPUESTO: Esta entidad representa los impuestos asociados a un proyecto informático, todo proyecto es deducible de impuestos y la ganancia se calcula a partir de la base libre.

SP LENGUAJE: Esta entidad representa los lenguajes de desarrollo en los que puede ser implementado un proyecto informático, junto a estos están asociados grados de complejidad en la utilización de este respecto a productos similares.

SP\_RECURSO\_HUMANO: Esta entidad representa el recurso profesional y humano que interviene en el desarrollo de un proyecto informático, algunos ejemplos de estos recursos son ingenieros, arquitectos, gerente, entre otros profesionales. Esta entidad también representa el costo de cada recurso dentro del proyecto.

SP\_TIPO\_DE PROYECTO: Esta entidad representa la categorización de proyectos informáticos que desarrolla la organización ITAC, estos tipos de proyectos pueden variar según el enfoque de desarrollo o nichos de negocio.

Documento completo Ver [Anexo 16](#)

## 8.8 Documento de Casos de uso

En esta fase se definieron los comportamientos de las entidades descritas en el modelo entidad relación, con los procesos que desarrolla el sistema SIGPLAN y se dividieron en tres grandes grupos, proceso de administración y configuración, proceso de proyectos y procesos de generación de escenarios. A continuación, se explica cada uno de estos.

### 8.8.1 Proceso de administración y configuración

Dentro de este módulo del sistema se encuentran todas las entidades que requieren y pueden contar con tareas de administración (insertar, actualizar, borrar, leer) dentro de este grupo se encuentran las siguientes entidades:

- sp\_arquitectura
- sp\_ciclo\_vida
- sp\_complejidad
- sp\_componente
- sp\_costo\_fijo
- sp\_costo\_variable
- sp\_empresa
- sp\_factor
- sp\_framework
- sp\_gestion
- sp\_impuesto
- sp\_lenguaje
- sp\_parametro
- sp\_periodo
- sp\_recurso\_humano
- sp\_rol
- sp\_seguridad
- sp\_tipo\_factor
- sp\_tipo\_proyecto
- sp\_usuario
- sp\_usuario\_rol

para las entidades anteriormente nombradas se realizó un caso de uso estándar en el cual el usuario pueda realizar la consulta, inserción, edición y eliminación.

Documento de caso de uso ver [Anexo 17](#)

### 8.8.2 Proceso de Proyectos

Esta funcionalidad corresponde a la caracterización de los proyectos que desarrolla la organización, esta caracterización consiste en registrar todos los componentes del proyecto, como por ejemplo tiempo del proyecto, fases del proyecto y los recursos involucrados en cada fase, la descripción de los factores que aplicaron al proyecto, así como los elementos técnicos (lenguajes de desarrollo, arquitectura, frameworks). Esta funcionalidad hace uso de las siguientes entidades.

- sp\_proyecto
- sp\_proyecto\_arquitectura
- sp\_proyecto\_ciclo
- sp\_proyecto\_componente
- sp\_proyecto\_costo\_fijo
- sp\_proyecto\_costo\_variable
- sp\_proyecto\_factor
- sp\_proyecto\_framework
- sp\_proyecto\_gestion
- sp\_proyecto\_impuesto
- sp\_proyecto\_lenguaje
- sp\_proyecto\_rr\_hh

Documento de caso de uso Ver [Anexo 18](#)



### 8.8.3 Proceso de generación de escenarios

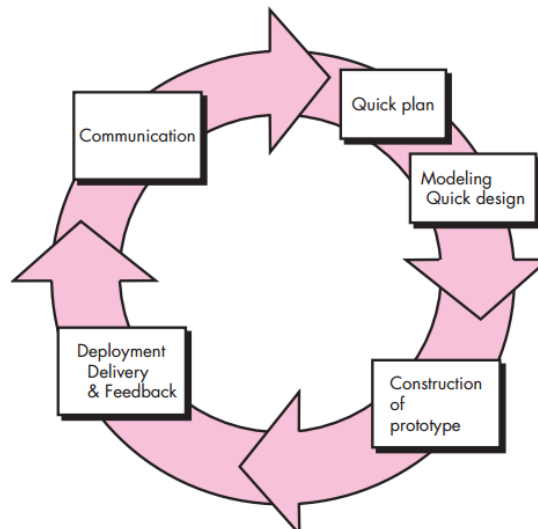
La funcionalidad de generación de escenarios es la funcionalidad principal del sistema SIGPLAN, la cual permite al usuario seleccionar unas variables básicas a partir de estas variables el sistema debe hacer una combinación de tiempo, recursos humanos, alcance y dinero para alcanzar el objetivo de generar un escenario general que le permita al gerente de proyectos tener una vista de cómo sería su proyecto con los recursos disponibles y las capacidades de la organización.

Documento de caso de Uso ver [Anexo 19](#)

## 8.9 Prototipo

Para esta fase se utilizó prototipos evolutivos, que permitió crear versiones cada vez más completas del sistema SIGPLAN. Este modelo empezó con la creación de unas interfaces primarias para luego ir aumentando la funcionalidad de generación de escenarios. Las iteraciones se realizaron continuamente hasta tener más claros los objetivos generales del software, identificando las funcionalidades principales. Estas iteraciones de prototipos se realizaron una vez al mes con la empresa participante ITAC durante la ejecución del proyecto y el modelado con un diseño iterativo. Los diseños se encaminaron en una representación de aquellos aspectos del software que serán visibles para los usuarios finales, el diseño iterativo condujo a la construcción de un prototipo cada vez más cercano a lo esperado. El prototipo fue evaluado por las partes interesadas en este caso son ITAC y la directora del trabajo de grado, de estas presentaciones se obtuvo una retroalimentación que se utiliza para refinar aún más los requisitos. A continuación, se presenta de forma gráfica el paradigma de prototipos [63].

**Figura 24:Modelo evolutivo,**



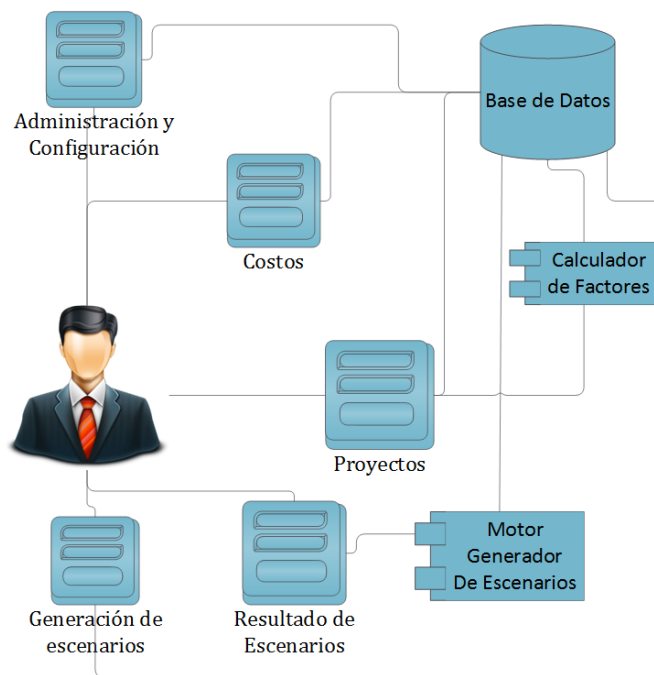
**Fuente:** tomado de *Software Engineering a Practitioner's Approach*, Séptima Edición [63]

## 8.10 Desarrollo

En esta fase se muestra los componentes software desarrollados y cómo estos interactúan para generar los escenarios para la planeación de la gestión de un proyecto informático. La solución SIGPLAN cuenta con los siguientes componentes.

- Módulo de administración
- Módulo de costos
- Módulo de proyectos
- Motor generador de escenarios
- Calculador de factores
- Módulo de escenarios
- Base de datos

**Figura 25: Componentes de la solución SIGPLAN**



**Fuente: Elaboración propia**

### 8.10.1 Módulo de Administración

Este módulo contiene la parametrización inicial del sistema dentro de esta parametrización se puede encontrar

**Empresa:** se usa para asociar posteriormente los proyectos a una empresa registrada en el sistema, además de contener unos parámetros como número de horas laborales y número de empleados de apoyo y operativos.

**Tipo de proyecto:** comprende la lista de los tipos de los tipos de proyectos que desarrolla la organización ITAC, estos tipos son parametrizables para cada organización donde se desee por en funcionamiento la solución SIGPLAN.

**Arquitectura:** comprende las arquitecturas de proyectos informáticos que son más usadas en el medio de las empresas tecnológicas.

**Ciclo de Vida:** comprende las fases o ciclos de proyectos, desde la fase de análisis hasta la fase de puesta en marcha.

**Componentes:** son características contables dentro de un sistema de información las cuales son número de campos, tablas de referencia, tablas de domino, casos de negocio, numero de roles, número de reportes, interfaces externas (consumo de servicios externos como por ejemplo servicios web).

**Framework:** comprende los paquetes de tecnologías que son utilizadas en los proyectos informáticos.

**Lenguajes:** comprende los diferentes lenguajes de programación desde orientados a objetos hasta los leguajes SQL.

**Tiempo:** es un conjunto de rangos de tiempo que son aplicables a los costos del proyecto

**Seguridad:** es la lista del rango niveles de seguridad de la aplicación

**Tipo factor:** son los factores que contemplan la estimación basada en puntos de caso de uso

**Factores:** es el conjunto de variables que clasifican en cada tipo de factor

**Parámetros:** son un conjunto de variables parametrizables para que la aplicación configure un entorno inicial de la aplicación.

### 8.10.2 Módulo de costos

Este módulo encierra la parametrización de costos organizacionales dentro de los cuales se encuentran

**Costos fijos:** comprende los costos organizacionales que se cobran con o sin la existencia de proyectos. Como por ejemplo los servicios públicos, los gastos administrativos, entre otros

**Costos variables:** comprende los costos organizacionales que están directamente asociados con el proyecto que se esté llevando a cabo en el momento de ejecutar el proyecto, o también son los costos variables que demande el volumen de producción de la organización.

**Impuestos:** es el conjunto de valores deducibles a los proyectos.

**Recurso humano:** son los costos discriminados por roles dentro de la organización.

### 8.10.3 Módulo de proyectos

Este módulo integra el módulo de administración y el módulo de costos, los proyectos son el conjunto de elementos tecnológicos y de recursos humanos y financieros que se emplearon para lograr un objetivo, este módulo cumple la función de caracterizar los proyecto que desarrolla la organización y a partir de esta caracterización se hace una regresión que permite calcular el factor de esfuerzo que está empleando en los proyectos.

### 8.10.4 Motor generador de escenarios

Este componente cumple una función muy importante que es hacer la transformación de los elementos que ha seleccionado el usuario y convertirlos en escenarios de la planeación para la gestión. Este motor cuenta con factores de conversión y un conjunto de reglas que permiten combinar los recursos disponibles en un solo proyecto.

### 8.10.5 Calculador de factores

Este componente permite calcular de forma regresiva cual es el factor de tiempo empleado para resolver los puntos de caso de uso, posteriormente este factor se usa para recalculer los nuevos escenarios de planeación. Este componente es usado tanto por el módulo de proyectos como por el motor generador de escenarios. Ver [Anexo 26](#)

### 8.10.6 Módulo de escenarios

Este módulo comprende tanto la presentación grafica de esta funcionalidad de escenarios, su interacción con el módulo de administración, módulo de proyectos y el motor generador de escenarios. Este módulo integra todos los recursos del sistema para generar escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático. Ver [Anexo 27](#)

### 8.10.7 Base de datos

Este es el componente de persistencia de la solución SIGPLAN, cabe resaltar que es un motor de base de datos relacional y todas sus entidades están relacionadas entre sí para lograr una consistencia en la información registrada.

## 8.11 Pruebas y Corrección de errores

Para esta fase se desarrollaron un conjunto de pruebas unitarias y funcionales, las cuales permitieron identificar errores dentro de la aplicación y posteriormente en un plan de corrección de errores se arreglaron los defectos encontrados. A continuación, en una tabla se muestran los consolidados de las pruebas realizadas y la corrección de errores.

**Tabla 14: Resultado de pruebas y corrección de errores**

Módulo	Número de pruebas	Errores encontrados	Errores Resueltos
Administración	3	35	35
Costos	3	15	15

<b>Proyectos</b>	30	45	45
<b>Escenarios</b>	100	150	150

**Fuente: elaboración propia**

## 9 FASE 4 DEMOSTRAR

En esta fase se pretende hacer una prueba de concepto de la solución SIGPLAN, esta prueba consiste en evaluar de forma cualitativa y cuantitativa la solución planteada, para luego hacer un análisis de los resultados y obtener las conclusiones del proyecto.

### 9.1 Plan de Pruebas y Rubrica de evaluación

En esta fase se desarrollaron un conjunto de pruebas de la solución SIGPLAN, estas pruebas se realizaron con diferentes gerentes de proyecto de la empresa ITAC y de otras empresas. El objetivo de estas pruebas de concepto es validar y verificar el funcionamiento de la solución desde una vista de utilidad para los gerentes y como esta le puede apoyar a las tareas de planeación de proyectos.

Los formatos se encuentran en el [Anexo 20](#) y [Anexo 21](#)

## 10 FASE 5 EVALUAR

### 10.1 Resultado de pruebas

El objetivo de esta fase es consolidar los resultados de las pruebas realizadas a la solución SIGPLAN, estas pruebas fueron realizadas a 3 gerentes de proyectos de entidades activas en el sector de las tecnologías de la información, incluidos los aportes de la empresa ITAC.

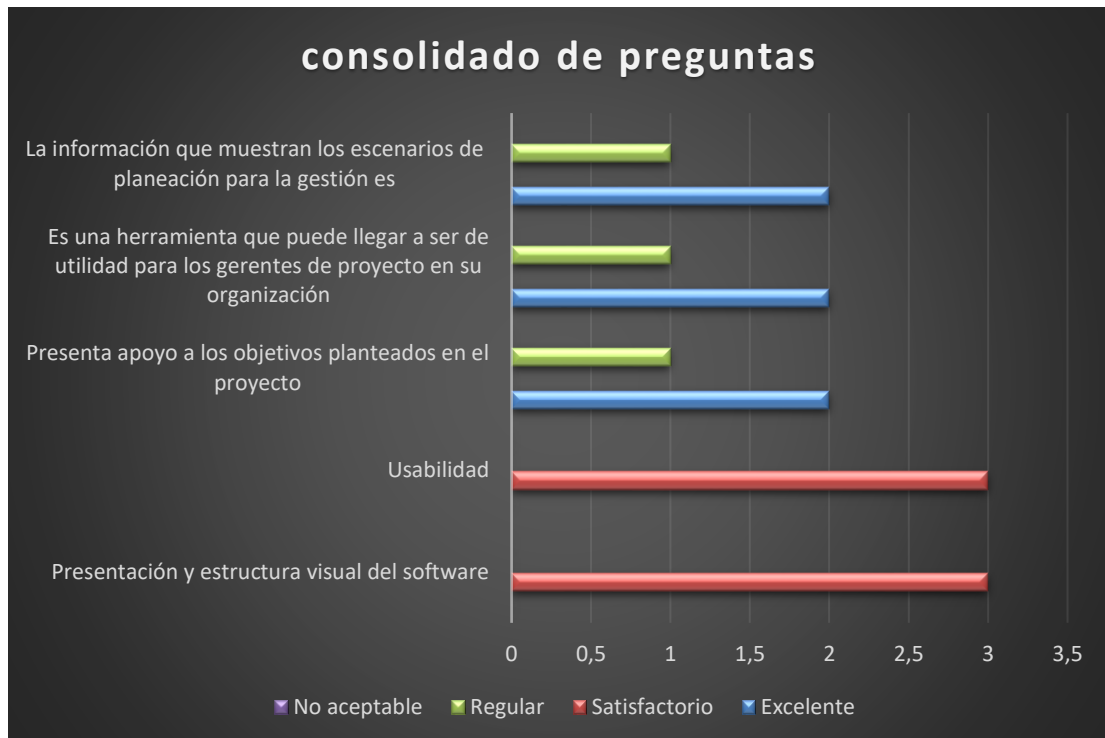
En el consolidado de preguntas gráficamente se puede observar que frente a usabilidad y estructura visual del software el resultado es satisfactorio, mientras que en preguntas como:

Si la información que muestran los escenarios de planeación para la gestión el 66 % respondió que es excelente mientras que el 33% opina que es regular.

Es una herramienta que puede llegar a ser de utilidad para los gerentes de proyectos en su organización, el 66% respondió que sería altamente útil y el 33 % respondió que en algunos casos sería de utilidad.

Presenta apoyo a los objetivos planteados del proyecto, el 66% opina que si presenta apoyo para los objetivos y el 33% opina que establece algunos criterios de apoyo.

**Figura 26: Consolidado de preguntas**



**Fuente: Elaboración propia**

### 10.1.1 Observaciones generales

#### **¿Cuáles son los aspectos positivos de la herramienta que puedan apoyar a un gerente en una fase previa de la planeación del proyecto y su organización?**

- La herramienta es muy útil no sólo en la fase previa a la planeación, sino que también puede apoyar la toma de decisiones una vez el proyecto ha iniciado, cuando a medida que se tienen más detalles las condiciones pueden cambiar. Es allí cuando la herramienta puede apoyar al Gerente de Proyecto en la toma de decisiones para solventar las nuevas situaciones y conseguir los objetivos.
- Con la generación de escenarios la herramienta puede ayudar a determinar la viabilidad inicial del proyecto.
- La información suministrada por los escenarios puede ser la entrada para presentar una propuesta formal al cliente, junto con los tiempos, costos y alcance del proyecto.
- La parte de los proyectos es importante ya que para generar los escenarios toma la información de la organización, esto permite identificar el comportamiento de los proyectos que se han desarrollado en la organización.
- La herramienta apoya en la estimación y/o validación de costos planeados para un proyecto, siendo particularmente útil cuando se alimenta con la historia de la empresa, ayudando así a tener mayor precisión. Sin embargo, se considera que la herramienta por sí misma no debería ser la única herramienta o artefacto usado para la toma de decisiones de estimación de tamaño, esfuerzo, costo de un proyecto. Es decir, usar la herramienta puede apoyar de forma relevante a validar las estimaciones que se han hecho usando otras herramientas o técnicas para poder establecer tamaño, esfuerzo, costo de un proyecto nuevo.
- Con una base de datos significativa de información histórica de proyectos, que haya sido recogida de manera sistemática y formal, la organización podría tener una fuente de información importante en la cual apoyar su toma de decisiones.

#### **¿Cuáles aspectos por mejorar considera que tiene la herramienta SIGPLAN?**

- Se pueden manejar nuevos tamaños de proyecto, tal vez caracterizados por sector (ej. financiero, salud, minero, entre otros)
- En cuanto a usabilidad los escenarios podrían describir mejor lo que representa cada uno.
- Sería una mejora adicionarle modelos predictivos para poder llegar a un control estadístico de procesos
- Tener en cuenta el tema de calidad en el sistema



- Tener en cuenta el tema de defectos para realizar escenarios más realistas
- Tener en cuenta el tema de riesgos y como estos pueden afectar la planeación
- Que otras variables son necesarias para llegar a tener escenarios más precisos
- Sería muy interesante que se le pudiera agregar un módulo o funcionalidades orientadas a proyectos de mantenimiento de software y no solo para proyectos nuevos.
- Por otro lado, que el porcentaje de ganancia se debería definir como una variable definida por la empresa para cada tipo de proyecto y no a partir de la historia, dado que esto no refleja necesariamente la realidad (podrían existir proyectos históricos en los cuales la rentabilidad no fue la que la empresa requería).
- Finalmente, contar con tablas comparativas de las diferentes opciones o simulaciones realizadas, que permitan al gerente del proyecto o a la fuerza comercial contrastar los datos calculados y las diferentes opciones planteadas por la herramienta de una forma más fácil.
- Proveer una base más grande de información a partir de la cual la organización pueda empezar a tomar decisiones, así como apoyar el análisis de estimaciones en distintas fuentes y autores.

#### **¿Cuáles aspectos no le aportan valor a la herramienta SIGPLAN?**

- El manejo de roles en la aplicación no es claro ni tampoco su diferenciación.
- En general, en general se considera que la herramienta está bien conceptualizada. Quizás se hace necesario organizar un poco mejor la forma como se presenta la información.
- No se le quitaría nada a la herramienta, tal y como se ha tenido la oportunidad de analizarla.

#### **Comentarios adicionales**

Aunque la herramienta está planteada para Organizaciones cuyo Core de negocio son los proyectos informáticos, la herramienta puede llegar a ser útil para todo tipo de organizaciones en las cuales se involucren proyectos de naturaleza tecnológica. La caracterización y parametrizaciones iniciales junto con el cargue de la información propia de la organización hacen que los escenarios planteados se ajusten a la cultura organizacional y por ende sean de mucha utilidad.

Trabajos como los del ISBSG, que es una entidad que lleva muchos años recopilando y entregando herramientas para realizar estimaciones del esfuerzo requerido para los proyectos de SW, o las investigaciones de Caper Jones, quien lleva más de 20 años haciendo investigaciones en el mismo sentido. Como consecuencia de lo anterior, el trabajo observado consiste en una herramienta de software que las organizaciones pueden utilizar para alimentar su propia información y con base en ello empezar a hacer algunos análisis, con los escenarios limitados que brinda la herramienta.

Para ver el análisis completo de las pruebas ver [Anexo 23](#)

## 10.2 Control al alcance

El control al alcance se realizó durante la ejecución del proyecto, haciendo un seguimiento continuo a los entregables de la estructura de descomposición de trabajo (EDT) y seguimiento a los objetivos planteados en el proyecto. A continuación, se analiza el porcentaje de cumplimiento de los objetivos específicos

**Tabla 15: Control al alcance**

Objetivo específico	Porcentaje de estado avance	
Especificar los componentes de planeación para la gestión de un proyecto informático	100 %	Finalizado
Diseñar un modelo para generar escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático.	100 %	Finalizado
Desarrollar el modelo de generación de escenarios de planeación para la gestión de un proyecto informático	100 %	Finalizado
Validar la solución desarrollada a través de una prueba de concepto.	100 %	Finalizado

**Fuente:** Elaboración propia

## 11 FASE 6 COMUNICAR

En esta fase se realizan actividades de cierre del proyecto, en las cuales se dan a conocer los resultados y conclusiones del proyecto.

### 11.1 Memorias de trabajo de grado

Este documento hace parte del proceso de trabajo de grado para obtener el título de Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Javeriana.

Junto con las memorias de trabajo de grado se desarrolló un poster del proyecto, ver [Anexo22](#)

### 11.2 Manual técnico

El manual técnico de la aplicación se encuentra en el [Anexo 25](#)

## 11.3 Solución SIGPLAN

Los resultados software de este proyecto quedan a disposición de ITAC quien licenciará bajo Freeware.

## 11.4 Conclusiones

### 11.4.1 Conclusiones generales

Este proyecto se abordó con un método de investigación científica basada en el diseño [1], esto permitió conocer de forma rigurosa la problemática a abordar, ya que se analizaron ampliamente las áreas de conocimiento relacionadas tanto con la planeación de proyectos, como las características especiales de los proyectos informáticos, esto contrastado con una realidad de la empresa ITAC que fue un actor crítico e imparcial de los componentes que se proponían en la solución a medida que el proyecto avanzaba, ITAC siempre aportó información, análisis y criterios con el fin de generar soluciones reales a problemas reales de la industria, como consecuencia de esta interacción entre el entorno y la literatura relacionada se produjo un entendimiento claro de problema y abrió el camino para plantear una solución paso a paso con metodologías evolutivas que cada vez se acercaban a cumplir los objetivos planteados, el desglose de trabajo y gestión de proyectos que se propuso al inicio de esta iniciativa bajo la metodología del PMBOK [16] lo que permitió abordar la problemática de una forma práctica, estructurada y eficiente, resolviendo a la vez una parte del problema y que esta parte interactuaba con su parte anterior, esta serie de pasos condujo a que al finalizar el proyecto la suma de todas sus partes completaban el objetivos general y los objetivos específicos planteado en la propuesta.

Este trabajo se desarrolló con el fin brindar un aporte a las diferentes problemáticas que enfrentan las empresas que se dedican al desarrollo de proyectos informáticos, el principal beneficio de esta iniciativa se centra en la fase inicial de los proyectos, donde los gerentes deben generar proyecciones, analizar la viabilidad de iniciativas e incluso presentar propuestas de proyectos en marcos globales de trabajo, la solución SIGPLAN brinda una visión global de los proyectos haciendo combinaciones de recursos humanos, financieros, tiempo y alcance en diferentes escenarios donde el proyecto informático lograría los objetivos planteados, con estos elementos los gerentes de proyectos pueden tomar decisiones respecto a las necesidades de la organización.

Adicionalmente, la solución SIGPLAN se diseñó con elementos estandarizados que permiten a las organizaciones realizar su caracterización en proyectos y le permite registrar su base histórica con el fin de que ésta pueda ser de utilidad en la generación de escenarios, estos elementos permiten a través del tiempo ajustar los modelos con el fin de que siempre representen el actual funcionamiento de la organización y reflejar su comportamiento según sus capacidades.

Una parte importante que contribuyo al éxito del proyecto SIGPLAN fue la vinculación de ITAC, esta una organización cuyo foco principal es el desarrollo de proyectos informáticos para diferentes organizaciones a nivel nacional, expresó desde una visión crítica y con base en la experiencia en ejecución de proyectos, las necesidades a las que se enfrenta la industria día a día, esta visión ayudo a focalizar con mayor esfuerzo en los puntos críticos de la gestión previa de la planeación en los proyectos informáticos.

Se puede concluir que la solución SIGPLAN tiene un gran potencial para las organizaciones desde el punto de vista que esta solución puede llegar a conocer las capacidades de la organización, los recursos, costos y esfuerzo aplicado a los proyectos, con estos elementos y ampliando las capacidades del SIGPLAN se puede llegar a generar escenarios más precisos de tal forma que le aporte de manera significativa a realizar planeaciones más acertadas a los gerentes de proyectos.

#### **11.4.2 Frente a las pruebas con gerentes**

Las pruebas realizadas con los gerentes de proyecto dieron una visión más amplia de lo que podría llegar a ser la propuesta SIGPLAN ampliando su enfoque y madurez de la solución, los aportes y observaciones realizadas a la solución SIGPLAN se hicieron con gran optimismo sobre las utilidades que puede llegar a tener en las organizaciones de base tecnológica, incluso se propone dar un enfoque más amplio a otro tipo de proyectos. La utilidad se puede manifestar en diferentes etapas en una organización, el primero objetivo es que sea una solución para gerentes de proyectos que apoye en una etapa temprana la iniciativa de proyectos, brindando una visión global con los escenarios planteados.

La generación de escenarios de la herramienta puede ayudar a determinar la viabilidad inicial del proyecto, ya que esta le muestra una combinación de recursos y con estos elementos en donde el gerente puede analizar si cumple el alcance de proyecto.

La información suministrada por los escenarios puede ser la entrada para presentar una propuesta formal al cliente, junto con los tiempos, costos y alcance del proyecto.

Esta es una primera versión de la solución SIGPLAN, por lo tanto, se puede visualizar aportes de mejora para siguientes versiones como por ejemplo incluir otras variables de proyecto como temas relacionados con la calidad, riesgos, defectos e incluir nuevos parámetros que aporten a generar escenarios más precisos y de mayor alcance para los gerentes de proyectos.

#### **11.4.3 Frente a los escenarios**

Las variaciones en los recursos humanos, tiempo, recursos financieros depende de la combinación de los elementos y componentes del proyecto, al realizarla prueba de concepto a nivel general se puede observar la variación en los recursos humanos se ve reflejado directamente en los tiempos y costos, cuando se involucra más gente en el proyecto la tendencia es a reducir los tiempos y los costos del proyecto, esto se debe a que la empresa tiene que acarrear con menos gastos administrativos cuando el proyecto dura menos tiempo.

Por otro lado, cuando se involucra personal menos capacitado en un proyecto esto tiende a aumentar el tiempo que va a durar el proyecto, esto se debe a que personal sin experiencia no puede responder con la misma efectividad a las necesidades del proyecto.

Los escenarios son un primer acercamiento al proyecto, depende del análisis que el gerente realice a la combinación de los recursos y a las necesidades actuales de la organización, a partir de este análisis pueda tomar decisiones si desea o no tomar la iniciativa como viable.

## 11.5 Trabajos Futuros

SIGPLAN podrá ser una solución más robusta si se desea involucrar técnicas de control estadístico de procesos y modelos predictivos, en donde se utilicen varias técnicas de modelamiento estadístico, aprendizaje autónomo y minería de datos, para conocer más de cerca las capacidades de los procesos y realizar escenarios predictivos.

Existen variables y recursos de los proyectos que no se tuvieron en cuenta para esta primera fase de la solución, para una siguiente versión se podría analizar factores como riesgos, calidad, defectos y estructurar el modelo de tal forma que se analice cuáles otras variables que no se tuvieron en cuenta pueden llegar a tener un impacto en la generación de escenarios para que estos sean más precisos.

Se puede ampliar la funcionalidad de SIGPLAN, generando funcionalidades como generación de cronogramas, generación de planes en project u otras herramientas, generación de informes que puedan ser utilizados para propuestas formales a clientes o para realizar análisis estadísticos de los proyectos, o sea la entrada a otra herramienta de gestión de proyectos.

Se propone ampliar la funcionalidad de SIGPLAN no solo de proyectos informáticos de desarrollo a la medida, sino también que se pueda generar escenarios de proyectos de tipo mantenimiento o mejoras a sistema de información existentes.

**12 ANEXOS**

1. [Resumen de la propuesta - Enlace Web](#)
2. [Plan de Gestión Marco según la Guía PMBOK – Enlace Web](#)
3. [Informe de metodología de implementación – Enlace Web](#)
4. [Documento de visión del proyecto – Enlace Web](#)
5. [Formato de entregable del proyecto – Enlace Web](#)
6. [Formato de Acta de Reunión – Enlace Web](#)
7. [Formato de Asistencia a reunión](#)
8. [Cronograma del proyecto – Enlace Web](#)
9. [Informe de métodos de estimación -Enlace Web](#)
10. [Informe de clasificación de proyectos – Enlace Web](#)
11. [Informe de descomposición de proyectos -Enlace WEB](#)
12. [Informe de selección de herramientas - Enlace Web](#)
13. [Documento de requerimientos – Enlace Web](#)
14. [Acta de retrospectiva 1- Enlace Web](#)
15. [Arquitectura del proyecto SIGPLAN – Enlace Web](#)
16. [Documento de dominio -Enlace Web](#)
17. [Caso de Uso de Administración y Configuración – Enlace Web](#)
18. [Caso de Uso de proyectos – Enlace Web](#)
19. [Caso de uso de Generación de Escenarios – Enlace Web](#)
20. [Plan de Pruebas – Enlace Web](#)
21. [Rubrica de Evaluación -Enlace Web](#)
22. [Poster del proyecto - Enlace Web](#)
23. [Informe de resultados de pruebas – Enlace Web](#)
24. [Informe de resultados de pruebas Excel – Enlace Web](#)
25. [Manual técnico de la aplicación – Enlace Web](#)
26. [Calculo de factores – Enlace Web](#)
27. [Motor generador de escenarios - Enlace Web](#)

## 13 REFERENCIAS

- [1] K. Peffers, T. Tuure, M. Rothenberger y S. Chatterjee, «A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,» *Journal of Management Information Systems*, vol. 24 Issue 3, n° 3, pp. 45-77, 2007-2008.
- [2] L. Wallace y M. Keil, «Software project risks and their effect on outcomesoftware project risks and their effect on outcomes,» *Communicaions of the ACM*, vol. 47, n° 4, p. 6, 2004.
- [3] S. MaConnell, *Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos.*, McGraw-Hill, 1997.
- [4] F. A. Amo, L. Martínez Normand y F. J. Segovia Pérez, *Introducción A La Ingeniería Del Software: Modelo De Desarrollo De Programas*, Delta, 2005.
- [5] S. Hastie y S. Wojewoda, «Info Q,» 04 10 2015. [En línea]. Available: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>. [Último acceso: 25 01 2016].
- [6] ITAC- IT Applications Consulting, «ITAC,» ITAC, [En línea]. Available: <http://www.itac.co/es/web/guest/quienes-somos>. [Último acceso: 01 03 2016].
- [7] M. M. Guerra, F. G. Ramos y M. D. Silva, «Methods and standars: Essentials tools in the application of proyect managment,» *Journal Technology*, vol. 12, n° 2, pp. 11-23, 2013.
- [8] B. Boehm, «Project Termination Doesn't Equal Project Failure,» *University of Southern California*, p. 3, 2000.
- [9] D. C. Nimo Parra y J. E. Amaya Salaza, «Metaheuristics to solve the software project scheduling problem,» *IEEE*, p. 10, 2012.
- [10] R. E. Fairley, «Why the Vasa Sank: 10 Problems and Some Antidotes for Software Projects,» *IEEE Software*, p. 8, 2003.
- [11] J. J. Ahonen y T. Junttila, «A Case Study on Quality-Affecting Problems in Software Engineering Projects,» *IEEE International Conference on Software—Science, Technology & Engineering*, p. 9, 2003.
- [12] K. Hashim, «An Approach to Sharing Solutions to Software Project Management Problems,» *IEEE*, p. 4, 2009.
- [13] T. S. Mokoena y J. H. C. P. , «Triple constraint considerations in the management of construction projects,» *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Bangkok*, pp. pp. 813-817., 2013.
- [14] R. Méndez Lozano, *Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores*. 4a Ed., Bogotá D.C.: D´vinni Ltda, 2006.
- [15] P. Lledó, *Director de Proyectos*, Victoria, BC, Canadá, 2013.
- [16] Project Management Institute, *Fundamentos para la dirección de proyectos- Guía del PMBOK*, Pensilvania: Project Management Institute, Inc, 2013.
- [17] G. Maigua y E. López, *Buenas Prácticas en la Dirección y Gestión de Proyectos Informáticos*, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe, 2012.
- [18] F. REYES VILLAMIZAR, J. A. DUQUE DUQUE, N. P. CÁCERES VARGAS y N. C. SOTO ECHEVERRY, «DESEMPEÑO DEL SECTOR SOFTWARE años 2012 - 2014,» Superintendencia de Sociedades, Bogotá, 2015.
- [19] S. J. Martínez Marín, S. Arango Aramburo y J. Robledo Velásquez, «THE GROWTH OF THE COLOMBIAN SOFTWARE INDUSTRY: A SYSTEMIC ANALYSIS,» *EIA.Esc.Ing.Antioq*, vol. 12, n° 23, p. 12, 2015.

- [20] A. E. Salinas Duarte, «OBSTACULOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN - TICs Y POSIBLES SOLUCIONES,» Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, 2007.
- [21] I. D. Páez Anaya, «Estudio Empírico del Estado Actual de la Estimación de Software en Pymes de Colombia,» Universidad EAFIT, 2012.
- [22] E. N. Zabaleta, J. I. Igartua Lopez y N. Errasti Lozares, «Análisis de la Relación Existente entre los Estándares de Gestión de Proyectos y los Factores Críticos para su Éxito,» *Mechanical and Manufacturing Department, Mondragon University*, p. 8, 2012.
- [23] K. C. Palomino Zuluaga, «ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN COLOMBIA ANTE ESCENARIOS DE CAPACIDADES DE INNOVACION Y VENTAJAS COMPARATIVAS POR MEDIO DE DINAMICA DE SISTEMAS,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, 2011.
- [24] S. E. Institute, CMMI® for Development, Version 1.3, Carnegie Mellon University, 2010.
- [25] D. M. Vega, «MINTIC,» 25 03 2015. [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-8571.html>. [Último acceso: 01 10 2016].
- [26] C. J. V. Wyngaard, J.-H. P. y L. P. , «Theory of the triple constraint — A conceptual,» *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IIEEM)*, p. 8, 2012.
- [27] EL CONGRESO DE COLOMBIA, *LEY 905 DE 2004*, 2004.
- [28] A. Hevner y S. Chatterjee, «Design Science Research in Information Systems,» *C Springer Science+Business Media*, p. 15, 2010.
- [29] G. Sánchez y J. Salvador, *Ingeniería de proyectos informáticos: actividades y procedimientos.*, UNIVERSIDAD JAUME I. SERVICIO DE COMUNICACIÓN Y PUBLICACIONES, 2003.
- [30] Departamento de Informática, «Plan de proyecto - Desarrollo de Sistemas de Información Corporativos,» Universidad Carlos III de Madrid, [En línea]. Available: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/desarrollo-de-sistemas-de-informacion-corporativos-1/documentos/plan-de-proyecto>. [Último acceso: 28 02 2016].
- [31] J.-g. Li y G.-y. T. , «Research on software development process evaluation method,» *Software Intelligence Technologies and Applications & International Conference on Frontiers of Internet of Things, International Conference on*, 2014.
- [32] D. N. Wilson y M. J. Sifer, «Structured planning - project views,» *Software Engineering Journal*, p. 7, 1988.
- [33] H. Zang y B. K. , «Semi-Quantitative Simulation Modeling of Software Engineering Process,» *Springer*, vol. 3966, pp. 242 - 2453, 2006.
- [34] H. Z. B. K. y R. J. , «Planning Software Project Success with Semi-Quantitative Reasoning,» *Australian Software Engineering Conference IEEE*, 2007.
- [35] F. Bootsma, «How to Obtain Accurate Estimates in a Real-Time Environment,» *Application-Specific Systems and Software Engineering Technology, Proceedings. 3rd IEEE Symposium*, pp. 105-112., 2000.
- [36] S. A. A. F. S. y N. C. D. , «Estimating software effort and function point using regression, Support Vector Machine and Artificial Neural Networks models,» *Computer Systems and Applications (AICCSA), IEEE/ACS 12th International Conference*, pp. 1-8., 2015.
- [37] S. M. Satapathy y B. P. Acharya, «Early stage software effort estimation using random forest technique based on use case points,» *IET Software IEEE*, vol. 10, n° 1, pp. 10-17, 2016.



- [38] B. K. Park y S. Y. Moon, «Improving Use Case Point (UCP) Based on Function Point (FP) Mechanism,» *Platform Technology and Service (PlatCon), 2016 International Conference. IEEE*, pp. 1-5, 2016.
- [39] A. Idri, A. H. y A. A. , «RBFN Networks-based Models for Estimating Software Development Effort: A Cross-validation Study,» *Computational Intelligence, IEEE Symposium Series*, 2015.
- [40] Normas ISO, «ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad,» ISO - International Organization for Standardization, 2015. [En línea]. Available: <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000?limit=4&limitstart=0>. [Último acceso: 11 10 2016].
- [41] Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, «INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE SOFTWARE Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN COLOMBIA,» 2015.
- [42] D. N. Wilson y M. J. Sifer, «Structured planning - deriving project views,» *Software Engineering Journal*, p. 7, 1988.
- [43] I. Flood, «project planning using an interactive, structured modeling environment,» *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, p. 9, 2007.
- [44] H. Zhang, B. Kitchenham y R. Jeffery, «Planning Software Project Success with Semi-Quantitative Reasoning,» *Australian Software Engineering Conference (ASWEC'07) IEEE*, p. 10, 2007.
- [45] B. W. Boehm, «Software Engineering Economics,» *IEEE*, Vols. %1 de %2SE-10, nº 1, pp. 4-21, 1984.
- [46] N. Merlo, «COCOMO - Constructive Cost Model,» Department of Computer Science - University of Zurich, Zurich, 2003.
- [47] Cesim, «Simulación para la Gestión de Proyectos,» [En línea]. Available: <http://www.cesim.com/es/simulaciones/cesim-project>. [Último acceso: 20 01 2016].
- [48] Community, «dotproject,» dotproject, [En línea]. Available: <http://www.dotproject.net/index.php>. [Último acceso: 20 02 2016].
- [49] D. A. Godoy, C. H. Kotyński, E. A. Belloni, H. D. Santos y E. O. Sosa, «Modelo de Simulación Dinámico de Proyectos de Desarrollo de Software con Scrum,» Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
- [50] L. B. Velasco, «Clasificación de los proyectos informáticos y establecimiento de sus EDT's,» Universidad Abierta de Cataluña, Cataluña, 2004.
- [51] T. G. Kasiak y D. A. Godoy, «Modelo Dinámico de Simulación para la Gestión de Proyectos de Software Desarrollados con XP,» Centro de Investigación en Tecnología de la Información y Comunicaciones.
- [52] SCRUMstudy, Una guía para el conocimiento de Scrum (Guía SBOK™), Phoenix, Arizona 85008 USA: SCRUMstudy™, una marca de VMEdU, Inc., 2013.
- [53] S. D. O. Vargas, «DIAGNÓSTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HOJAS DE RUTA EN LA CERTIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA DESARROLLADORA DE SOFTWARE EN CARTAGENA DE INDIAS,» UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, Cartagena, 2013.
- [54] F. Villareal, «Reingeniería de Procesos,» Universidad Nacional, 2011.
- [55] C. B. d. S. Monteiro , D. S. Loubach y A. M. da Cunha, «Applying the Use Case Points effort estimation technique to Avionics Systems,» *IEEE/AIAA 27th Digital Avionics Systems Conference, St. Paul, , pp. pp. 5.B.4-1-5.B.4-10*, 2008.

- [56] T. B. «Software Cost Estimation With Use Case Points – Introduction,» tynerblain, 12 02 2007. [En línea]. Available: <http://tynerblain.com/blog/2007/02/12/software-cost-estimation-ucp-1/>. [Último acceso: 25 09 2016].
- [57] Departamento de lenguajes y sistemas informáticos, «Planificación y Gestión de Proyectos Informáticos,» Universidad de Sevilla, 2009. [En línea]. Available: <http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=7191>. [Último acceso: 01 02 2016].
- [58] F. Bellas Permuy, «Introducción al Desarrollo de Aplicaciones Empresariales,» Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), Coruña, 2005.
- [59] A. Trellini, «Universidad Nacional del Sur,» Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, 28 03 2014. [En línea]. Available: <http://www.cs.uns.edu.ar/~mfalappa/dae/downloads/Clases/Clase-01.pdf>. [Último acceso: 25 04 2016].
- [60] B. Rienzi, S. Grattarola y R. Sosa, «Sistemas de Información Geográficos Empresariales (TSIGE),» Laboratorio de Integración de Sistemas, 2012.
- [61] BUYTO, «Páginas web,» PAVI S.L., CIF B-84127109, [En línea]. Available: <http://www.buyto.es/general-diseno-web>. [Último acceso: 05 06 2016].
- [62] The Java EE Tutorial, Java Platform, Enterprise Edition, ORACLE, 2014.
- [63] R. s. Pressman, Software Engineering A Practitioner's Approach Seven Edition, Mc Graw Hill, 2010.
- [64] M. Carvajal y J. Saab, «Fundamentos conceptuales de las Directrices de Usabilidad de Gobierno en línea,» Ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones Colombia, 2010.