

# Declaración de autoría

Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

---

**Firma del Autor**

Ramón Enrique González Peralta

---

**Firma de la Tutora**

Msc. Ing. Haydée María Cruz Torres

# Datos de Contacto

**Tutora:** Haydée María Cruz Torres

**Breve currícul:**

- Profesora de Gestión de Software.
- Graduada de Ingeniería Informática, en 2001, en la CUJAE.
- Profesora instructora desde 2003.
- MSc. en Informática Aplicada, desde 2005.
- Imparte docencia en universidades desde 2001.
- Ha desarrollado varios trabajos investigativos, entre ellos Gestión de Requisitos en el desarrollo Offshore, Modelamiento de Aplicaciones Web, Calidad, Medición de la Calidad.

**Ubicación:** UCI, Cuba.

**E-mail:** [hmacruz@uci.cu](mailto:hmacruz@uci.cu)

## Agradecimientos

*A mis padres, porque nada de esto hubiese sido posible sin su preocupación, sacrificio, amor y entrega a mi educación y formación, por ser mi guía y por enseñarme que en la vida lo más importante es saber apreciar las pequeñas cosas, por inculcarme el sacrificio y el amor al trabajo, en fin, por ser los mejores padres del mundo.*

*A mi tutora, Haydée, por haberme dado la oportunidad de desarrollarme, de crear, de equivocarme, por ser además mi amiga y tratarme con tanto cariño y paciencia.*

*A Deymis por ser una amiga muy especial y por ayudarme a que este trabajo fuera más fácil de entender.*

*A Yadenis por ayudarme a dar los primeros pasos en el tema de Calidad y por haberme inculcado desde al aula, el interés por investigar, por superarme.*

*Agradezco especialmente Elba, Yoly, Martica, Arianne y Sasha, por ser mi familia aquí en la UCI y por haberme hecho sentir tan feliz en estos últimos años de la carrera.*

*A Olivia, María, Yayneis, Liu, Amado, Yannia y demás compañeros del proyecto que han sido también mis amigos.*

*A mi familia por el apoyo y el cariño.*

*A todos mis amigos y amigas aunque no diga sus nombres, gracias.*

*A la Revolución y a Fidel por permitirme vivir este momento con el orgullo de ser cubano.*

*A Mima, mi Ángel Guardián*

## Resumen

Durante el desarrollo de software se hace imprescindible la aplicación de actividades que aseguren la calidad en los procesos y productos. Especialmente cuando se construye una solución, dichas actividades deben ser correctamente planificadas y organizadas para que cumplan sus objetivos. En su mayoría las actividades referentes al **Aseguramiento de la Calidad** son revisiones y pruebas, las mismas deben ser ejecutadas con gran énfasis sobre los requisitos que se pactan con el cliente y sobre el sistema una vez implementado, para lograr que los requerimientos se escriban correctamente y que se implemente lo que el cliente firmó. Precisamente en este trabajo se elabora una estrategia que asegura la Calidad durante los procesos de **Revisión** y **Prueba** de los **Requisitos**, que permite contar con una base de conocimiento en el tema pues en ella se definen dichos procesos (modelados utilizando la notación BPMN), se define y aplica un procedimiento para el análisis de las anomalías detectadas, se define el papel del Equipo de Aseguramiento de la Calidad durante el control de cambios, se deja claro que la evaluación de software es parte de la estrategia y se especifican, recopilan y miden algunas variables e indicadores para controlar los procesos modelados.

### **PALABRAS CLAVE**

Aseguramiento de la Calidad, Revisión, Prueba, Requisito, Anomalía.

# Tabla de Contenidos

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>6</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.2. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE SOFTWARE (SQA) .....	7
1.2.1. <i>El grupo de SQA</i> .....	8
1.2.2. <i>Las Actividades del Grupo de SQA</i> .....	9
1.3. LAS REVISIONES DE SOFTWARE .....	9
1.3.1. <i>Concepto de Revisión de Software</i> .....	10
1.3.2. <i>Tipologías de Revisiones</i> .....	10
1.3.2.1. Las Inspecciones.....	11
1.3.2.2. Las Revisiones Técnicas.....	12
1.3.2.3. Revisiones a la Gestión de Proyecto.....	13
1.3.2.4. Auditorías.....	13
1.3.2.5. Walk-Through .....	14
1.3.3. <i>Antecedentes</i> .....	15
1.3.4. <i>Roles que participan</i> .....	17
1.3.4.1. Revisor.....	17
1.3.4.2. Revisor técnico .....	17
1.3.4.3. Coordinador de revisión .....	18
1.4. LAS PRUEBAS DE SOFTWARE .....	18
1.4.1. <i>Objetivo y principios de las pruebas</i> .....	19
1.4.2. <i>Tipos de prueba</i> .....	20
1.4.3. <i>Roles que participan</i> .....	23
1.4.3.1. Analista de Pruebas .....	23
1.4.3.2. Diseñador de Pruebas.....	24
1.4.3.3. Gestor de Pruebas.....	24
1.4.3.4. Probador .....	25
1.5. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN POLICIAL.....	26
1.5.1. <i>Beneficios esperados con el desarrollo del SIIPOL</i> .....	26
1.5.2. <i>Estructura del Proyecto CICPC en la asignación de roles</i> .....	27
1.5.3. <i>Metodología seguida y artefactos relacionados con la investigación</i> .....	28
1.6. LA CLASIFICACIÓN DE ANOMALÍAS .....	30
1.6.1. <i>Definición de Anomalía, el estándar IEEE std 1044-1993</i> .....	30
1.7. NOTACIÓN DE MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO (BPMN) .....	31
1.7.1. <i>Elementos básicos de los diagramas BPMN</i> .....	31
1.7.2. <i>Ventajas de BPMN</i> .....	31

1.8.	CONCLUSIONES .....	32
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>33</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	34
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRUEBAS A LOS REQUISITOS .....	36
2.2.1.	<i>Objetivos</i> .....	40
2.2.2.	<i>Entradas</i> .....	40
2.2.3.	<i>Salidas</i> .....	40
2.2.4.	<i>Descripción de los principales subprocesos</i> .....	41
2.2.4.1.	SP Conceptualización de las Pruebas .....	42
2.2.4.2.	SP Preparación del Ambiente de Pruebas.....	43
2.2.4.3.	SP Especificación de las pruebas .....	44
2.2.4.4.	SP Ejecución de las Pruebas .....	45
2.2.4.5.	SP Análisis de Anomalías detectadas.....	47
2.2.4.6.	SP Comprobación de la ejecución de los cambios .....	48
2.2.4.7.	SP Análisis de los resultados de las pruebas .....	49
2.2.5.	<i>Método empleado para el diseño de Casos de Prueba</i> .....	49
2.2.6.	<i>Artefactos generados durante el proceso</i> .....	53
	TABLA 4. ARTEFACTOS GENERADOS EN EL PROCESO DE PRUEBAS .....	55
2.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REVISIONES A LA DOCUMENTACIÓN ASOCIADA A LOS REQUISITOS .....	55
2.3.1.	<i>Objetivo</i> .....	58
2.3.2.	<i>Entradas</i> .....	58
2.3.3.	<i>Salidas</i> .....	58
2.3.4.	<i>Descripción de los principales subprocesos</i> .....	59
2.3.4.1.	SP Coordinación de la Revisión .....	59
2.3.4.2.	SP Creación de la Lista de Chequeo .....	60
2.3.4.3.	SP Ejecución de la Revisión.....	61
2.3.4.4.	SP Análisis de los resultados .....	61
2.3.4.5.	SP Comprobación de la ejecución de Cambios .....	61
2.3.4.6.	SP Análisis de los resultados de las Revisiones.....	61
2.4.	ANÁLISIS DE ANOMALÍAS .....	62
2.4.1.	<i>Clasificaciones empleadas</i> .....	63
2.4.1.1.	Clasificaciones para la documentación a revisar .....	63
2.4.1.2.	Clasificaciones para el producto de software que se prueba.....	65
2.4.1.3.	Clasificaciones para las acciones correctivas a ser aplicadas.....	66
2.4.2.	<i>Generación de Informes de resultados</i> .....	67
2.5.	PAPEL DEL EQUIPO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL CONTROL DE CAMBIOS.....	67
2.6.	CONTROL DE LOS PROCESOS.....	68
2.6.1.	<i>Variables de Control</i> .....	69
2.6.2.	<i>Indicadores del proceso</i> .....	70

2.6.2.1.	Indicadores para el proceso de revisión.....	70
2.6.2.2.	Indicadores para el proceso de prueba.....	71
2.6.3.	<i>Procedimientos de Control</i> .....	71
2.7.	EVALUACIÓN DEL PRODUCTO DE SOFTWARE .....	72
2.8.	CONCLUSIONES .....	72
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....</b>	<b>73</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	74
3.2.	INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.....	75
3.2.1.	<i>Estadísticas relacionadas con las anomalías detectadas</i> .....	75
3.2.1.1.	Anomalías rechazadas por el CCC .....	76
3.2.2.	<i>Análisis de las Anomalías detectadas</i> .....	76
3.2.2.1.	Principales problemas .....	78
3.2.3.	<i>Medidas correctivas propuestas</i> .....	78
3.3.	INFORME DE LOS RESULTADOS DE LAS REVISIONES.....	79
3.3.1.	<i>Estadísticas relacionadas con las anomalías detectadas</i> .....	80
3.3.1.1.	Anomalías rechazadas por el CCC .....	80
3.3.2.	<i>Análisis de las Anomalías detectadas</i> .....	81
3.3.2.1.	Principales problemas .....	83
3.3.3.	<i>Medidas correctivas propuestas</i> .....	83
3.4.	CONCLUSIONES .....	84
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>	
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>87</b>	
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>90</b>	
<b>ANEXOS.....</b>	<b>92</b>	

# Índice de Tablas

Tabla 1 Actividades mencionadas en (NC_ISO_12207 2005) y el tipo de revisión que debe desarrollarse según (IEEE_1028 1997) .....	16
Tabla 2 . Entradas al proceso de pruebas. ....	40
Tabla 3. Salida del proceso de pruebas.....	41
Tabla 4. Artefactos generados en el proceso de pruebas.....	55
Tabla 5. Entradas al Proceso de Revisión a los Requisitos.....	58
Tabla 6. Salida del Proceso de Revisión a los Requisitos .....	58
Tabla 7. Clasificación de Anomalías para la documentación a revisar .....	65
Tabla 8. Clasificación de las para el producto de software.....	66
Tabla 9. Clasificación para las acciones correctivas.....	67
Tabla 10. Variables a ser recopiladas para cada CU.....	69
Tabla 11. Variables específicas para las revisiones. ....	70
Tabla 12. Variables específicas para las pruebas.....	70
Tabla 13. Cantidades de Anomalías detectadas durante las pruebas (total detectado y real). ....	75
Tabla 14. Anomalías que fueron rechazadas por el CCC durante las pruebas .....	76
Tabla 15. Cantidades de Anomalías detectadas durante las revisiones (total detectado y real). ....	80
Tabla 16. Anomalías que fueron rechazadas por el CCC durante las pruebas .....	81

# Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación global de las revisiones.....	11
Figura 2. Diagrama de Fases y Disciplinas de RUP en dos dimensiones. ....	29
Figura 3. Elementos que componen la estrategia.....	34
Figura 4. Organización del equipo de Aseguramiento de la Calidad .....	36
Figura 5. Organización interna del GIP .....	37
Figura 6 Proceso de Pruebas a los requerimientos .....	39
Figura 7. Diagrama SP Conceptualización de las Pruebas. ....	42
Figura 8. Diagrama SP Preparación del Ambiente de Pruebas.....	43
Figura 9. Procedimiento general para el control de versiones y corrección de defectos durante las pruebas.....	44
Figura 10. Diagrama SP Especificación de las pruebas .....	44
Figura 11. Diagrama SP Ejecución de las Pruebas. ....	45
Figura 12. Diagrama SP Análisis de los resultados .....	47
Figura 13. Diagrama SP Comprobación de la ejecución de los cambios .....	48
Figura 14. Diagrama SP Análisis de los resultados de las pruebas.....	49
Figura 15. Proceso de Revisión a los Requisitos.....	57
Figura 16. Diagrama SP Coordinación de la Revisión .....	59
Figura 17. Diagrama SP Creación de la Lista de Chequeo .....	60
Figura 18. Proceso de Clasificación de Anomalías.....	62
Figura 19. Clasificación de anomalías detectadas en las pruebas .....	77
Figura 20. Clasificación de anomalías detectadas en las revisiones .....	82

# INTRODUCCIÓN

Desde los inicios del desarrollo de software hasta la actualidad, se ha incrementado el enfoque a la **calidad**, producto de la necesidad de construir un software que cumpla con los requisitos pactados con el cliente. Cada vez el mercado mundial se torna más competitivo por lo que además de producir un software de alta calidad, se torna vital la generación de documentación estandarizada a través del ciclo de vida, que demuestre la profundidad de la investigación que motivó la solución y garantice el uso de las mejores prácticas de trabajo.

A pesar de esta situación las empresas productoras de software, no le dan la importancia requerida a la implementación de **Mecanismos de Gestión de la Calidad** que garanticen la producción correcta, del producto correcto (PRESSMAN 2002).

Como resultado de investigaciones desarrolladas en paralelo, sobre el tema de la calidad, han surgido varios términos y definiciones referentes al tema, producto de la diversidad de estas investigaciones, realizadas en contextos diferentes, han surgido diferentes interpretaciones del término “Calidad de Software”, es por eso que se asume en este trabajo dicho significado de la forma siguiente:

“Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” (IEEE\_729 1983)

Para lograr alta calidad en proyectos de gran tamaño, no basta con definir mecanismos de control y evaluación sencillos, en éstos hay que llevar a cabo diferentes actividades, que se pueden desglosar en dos grandes tipos:

Actividades de Verificación:

Se refiere al conjunto de actividades que aseguran que el software implementa correctamente una función específica. (PRESSMAN 2002)

“¿Estamos construyendo el producto correctamente?” (BOEHM 1981)

Actividades de Validación:

Se refiere a un conjunto de actividades que aseguran que el software construido se ajusta a los requisitos del cliente (PRESSMAN 2002).

“¿Estamos construyendo el producto correcto?” (BOEHM 1981).

La verificación y la validación abarcan una amplia lista de actividades de Aseguramiento de la Calidad de Software (SQA) que incluye: revisiones técnicas formales, auditorías de calidad y de configuración, monitorización de rendimientos, simulación, estudios de factibilidad, revisión de la documentación, revisión de la base de datos, análisis algorítmico, pruebas de desarrollo, pruebas de validación y pruebas de instalación (PRESSMAN 2002).

Como parte del proyecto “Modernización del Cuerpo de Investigaciones Científicas penales y criminalísticas (CICPC). Solución de Software”, con la República Bolivariana de Venezuela, se construye en la facultad 8 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), el Sistema de Información e Investigación Policial (SIIPOL). Durante el desarrollo del mismo, ha surgido la necesidad de implementar diferentes actividades de SQA que permitan la correcta captura y prueba de los requisitos que han sido pactados con el cliente, y para lograr dicho objetivo, se realizó un levantamiento de la situación actual del proyecto:

Al iniciar el proyecto se contaba con una investigación previa de los procesos de Revisión, Auditoría y Pruebas, aplicada en los casos de estudios desarrollados en el proyecto como parte de la preparación del equipo de desarrollo, pero no existían los artefactos definidos para estas disciplinas, lo que provocó la redefinición del estudio anterior y su adecuación a las características específicas del proyecto en curso.

Durante la captura de requisitos, no se realizaron las actividades de SQA necesarias, ni con la profundidad que deberían ejecutarse. Solo se realizaron revisiones a la documentación (por el propio redactor) antes de ser entregada al cliente, éstas revisiones no se realizaron a través de una lista de chequeo pre elaborada que incluyera aspectos profundos en la revisión, imposibilitando así la detección temprana de errores que tendrían un impacto negativo en fases posteriores del ciclo de vida.

Se puede afirmar que en el proyecto no se planifican ni ejecutan auditorías internas al proceso, ni a la configuración, por lo que se crea una brecha amplia para la ocurrencia de violaciones del proceso de producción definido. No se comprueba la correspondencia y trazabilidad de los procesos descritos con los CU modelados, tampoco se utilizan herramientas para controlar la Trazabilidad.

La falta de personal capacitado para realizar las actividades de SQA en el proyecto es un aspecto que reduce el alcance de las mismas, frenando el cumplimiento exitoso de sus objetivos. Se puede observar que debido a la política utilizada en el proyecto de permitir el ascenso de roles a través del transcurso del tiempo, el Equipo de Calidad ha sufrido pérdidas de personal que habían sido **capacitados** y la entrada de otros **sin capacitar** a los que se ha tenido que entrenar en un período corto, sobre la práctica, cuestión que debe ser prevista para que no se afecte la capacidad operativa del equipo de Aseguradores de Calidad.

Durante el desarrollo del SIIPOL no se planifican con la exactitud requerida la ocurrencia de las actividades de SQA a través de cronogramas que permitan asignar recursos a las tareas en el tiempo, para de esta manera hacer más eficiente y eficaz el trabajo del equipo de calidad interna.

A partir de la situación anterior se ha conformado el siguiente **problema científico**:

¿Cómo garantizar el desarrollo exitoso de los procesos de revisión y prueba de los requisitos durante el desarrollo del SIIPOL?

Tomando como **objeto de estudio** las actividades de Aseguramiento de la Calidad de un producto de Software.

El **campo de acción** en el que se enmarca la investigación son las Actividades de verificación y validación ejecutadas en el desarrollo del SIIPOL, durante los procesos de Revisión y Prueba.

Para dar solución al problema científico, se trazó como **objetivo general**:

Elaborar una estrategia para el Aseguramiento de la Calidad que garantice la correcta ejecución de los procesos de Revisión y Prueba durante el desarrollo del SIIPOL. A partir de este objetivo se han derivado, varios **objetivos específicos**:

- Estandarizar la documentación asociada a los procesos de Revisión y Prueba de los requerimientos en el SIIPOL
- Lograr la correcta escritura y entendimiento de los requerimientos pactados con el cliente
- Lograr la implementación correcta de las pruebas a los requerimientos
- Lograr una implementación eficaz de las actividades de verificación y validación en el SIIPOL

Se parte de la siguiente **idea a defender**: Si se elabora una estrategia de Aseguramiento de la calidad para los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos durante el desarrollo del Sistema de Investigación e Información Policial (SIIPOL), se logrará garantizar el cumplimiento exitoso de los requisitos pactados con el cliente.

Las tareas de investigación definidas son:

- Revisión de la bibliografía referente al tema:
  - Aseguramiento de la calidad de Software.
  - Revisiones
  - Pruebas
- Estudio del proceso de desarrollo seguido en el SIIPOL.
- Definición de las Actividades de Aseguramiento de la Calidad a ser aplicadas en cada proceso.
- Definición de los procesos de Revisión y Prueba
  - Actividades
  - Roles
  - Artefactos

- Identificación de los puntos de control en los que serán ejecutadas las actividades de verificación y validación.
- Elaboración de cronogramas para la ejecución de las actividades de Aseguramiento de la Calidad en los procesos de Revisión y Prueba.
- Elaboración de una estrategia de Aseguramiento de la Calidad para los procesos anteriores.

El presente trabajo se compone de tres capítulos, los cuales se describen a continuación:

- **Capítulo 1. “Fundamentación teórica”:** Muestra el estudio bibliográfico de los temas relacionados con el Aseguramiento de la Calidad de Software, está compuesto por 8 epígrafes que exponen el contenido referente a las definiciones de Aseguramiento de la Calidad, revisiones y tipos de revisiones, pruebas de software, anomalía, y otros. También se muestran los tipos de revisiones y pruebas que se han definido para ser aplicadas en el desarrollo del SIIPOL, una introducción a las características del proyecto CICPC, el tema referente a la clasificación de anomalías en proyectos de software y una breve descripción de la notación empleada para la modelación de los procesos de revisión y prueba de los requerimientos. Al finalizar el capítulo se exponen las conclusiones del mismo.
- **Capítulo 2. “Descripción de la solución”:** Muestra la descripción de la Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad durante los procesos de Revisión y Prueba de los Requisitos en el desarrollo del SIIPOL, contiene 8 epígrafes que describen los elementos que componen la estrategia, entre ellos se encuentran la definición del proceso de pruebas a los requerimientos, del proceso de revisión a la documentación asociada a los requisitos, el análisis de las anomalías detectadas, el control de los procesos y la evaluación de los productos de software. Finalmente se exponen las conclusiones del capítulo.
- **Capítulo 3. “Resultados de la aplicación de la estrategia”:** Expone la discusión de los resultados de la aplicación de la estrategia empleada en el desarrollo del SIIPOL, se compone de 4 epígrafes que se especializan principalmente en los informes de resultados generados como parte de los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos, con el objetivo de mostrar cómo ha servido la aplicación de la estrategia propuesta en el desarrollo del SIIPOL.

# **CAPÍTULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

## 1.1. Introducción

A través de este capítulo, se muestra el resultado de un estudio realizado sobre el aseguramiento de la calidad, el proceso de revisión y pruebas de los requisitos y el sistema que se desarrolla en el “*Proyecto Modernización del Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y criminalísticas (CICPC). Solución de Software*”. Además se definen los conceptos principales de los términos que se utilizan en el documento, se trata el tema de la clasificación y corrección de anomalías y se resumen las características principales de la notación con la que se modelan los procesos en el trabajo.

## 1.2. Aseguramiento de la calidad de software (SQA)

Para un mejor entendimiento del tema que abarca esta investigación es necesario aclarar que resulta controversial en la actualidad, la definición de los términos siguientes por separado:

- Garantía de Calidad de Software
- Aseguramiento de la Calidad de Software
- Gestión de la Calidad de Software

No es objetivo de esta investigación estandarizar dichos conceptos, debido a su uso indiscriminado y similitud evidente, pero si se asume un concepto, como guía durante el desarrollo del trabajo.

(PRESSMAN 2002) por su parte utiliza las siglas SQA para referirse a la Garantía de Calidad, y expresa que la misma engloba:

- Un enfoque de Gestión de Calidad.
- Tecnología de Ingeniería del Software efectiva (métodos y herramientas).
- Revisiones técnicas formales que se aplican durante el proceso de software.
- Una estrategia de pruebas multiescalada.
- El control de la documentación del software y de los cambios realizados.
- Un procedimiento que asegure un ajuste a los estándares de desarrollo del software (cuando sea posible).
- Mecanismos de medición y de generación de informes.

Otros autores plantean que el Aseguramiento de la Calidad engloba también las siguientes cuestiones:

- El mejoramiento de los métodos, técnicas de análisis, diseño, codificación y prueba (LOVELLE 2001).
- “Revisiones técnicas formales que se aplican durante cada fase del proceso de desarrollo de software” (LOVELLE 2001), que ayudan a detectar los defectos.
- “Utilización de estándares” (MASSACHUSETTS 2007) durante el desarrollo.
- “Sistema de Métricas” (MASSACHUSETTS 2007), para la retroalimentación de todas las personas
- Un procedimiento que asegure, siempre que sea posible, un ajuste a los estándares de desarrollo del software (LOVELLE 2001).

Según la (IEEE\_610-12 1990) el Aseguramiento de la Calidad tiene un vínculo estrecho con el control y se define así:

Patrón planificado y sistemático de las acciones necesarias para proporcionar confianza a un producto o parte de éste, bajo requisitos técnicos específicos.

Aunque muchos más son los conceptos que se mencionan en los libros, para esta investigación se toma el siguiente:

*El Aseguramiento de la Calidad de Software (SQA) son todas aquellas actividades sistemáticas, planificadas y estructuradas para lograr que un producto (software o documento generado en el proceso) cumpla con requisitos específicos que satisfacen a un cliente.*

### **1.2.1. El grupo de SQA**

El grupo de SQA sirve como representación del cliente en casa. Es decir, la gente que lleva a cabo la SQA debe mirar el software desde el punto de vista del cliente. (PRESSMAN 2002)

Los integrantes del grupo de SQA deben poseer los conocimientos necesarios para, entre otras cosas:

- Identificar problemas y soluciones.
- Trazar estrategias a corto, mediano y largo plazo.
- Organizar y dirigir actividades que requiera la incorporación de varias personas.
- Redactar informes con calidad.
- Elaborar cronogramas.

La selección, preparación y organización de los aseguradores de calidad, así como su posterior especialización, es vital en el desarrollo del proyecto, pues estas personas tienen a cargo una responsabilidad inmensa, ya que de la calidad de su trabajo, depende la Calidad del Software que se desarrolla.

El Aseguramiento de la Calidad, para ser efectivo, requiere una evaluación continua de los factores que afectan a la calidad y auditorías periódicas (GARCÍA 2003).

### **1.2.2. Las Actividades del Grupo de SQA**

A continuación se muestran las actividades que desarrolla el grupo de SQA, a partir de lo expresado por (PRESSMAN 2002):

- Establecimiento del plan de SQA.
- Participación en el desarrollo de la descripción del proceso del proyecto.
- Revisión de las actividades de Ingeniería del Software para verificar su ajuste al proceso de software definido.
- Auditoría de los productos de software designados para verificar el ajuste con los definidos como parte del proceso de desarrollo del software.
- Asegurar que las desviaciones del trabajo y los productos de software se documentan y se manejan de acuerdo con un procedimiento establecido.
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos e informar a sus superiores.
- Coordinar el Control y la Gestión de Cambios
- Ayudar a recopilar y analizar métricas del software.

### **1.3. Las Revisiones de Software**

Para asegurar que la documentación asociada a los requisitos ha sido escrita de manera correcta, es necesario revisarla. Aunque los estudiosos del tema planteen que las revisiones requieren del tiempo de los expertos (que de manera general no se cuenta en los proyectos), no permiten verificar características no-funcionales (ej. rendimiento), validan cumplimiento de lo que se especificó, en vez de lo que realmente desea el cliente y son difíciles de implementar, es vista como “improductiva” por los ingenieros (CHÁVEZ 2005) es necesario afirmar que por encima de las desventajas antes mencionadas, poseen muchas ventajas que justifican su uso, como las que plantea Chávez, (CHÁVEZ 2005):

- No requiere de código ejecutable, por lo que puede ser realizada desde el inicio. Por lo tanto, es menos costosa.
- Se encuentran varios defectos a la vez.

- Encuentra hasta un 85% de los defectos.
- Se localiza la posición exacta del defecto.
- Refuerza el uso de estándares.
- Mejora la capacitación.

### 1.3.1. Concepto de Revisión de Software

Muchos son los conceptos que tratan de definir las Revisiones de Software, por tanto, luego de un estudio de los mismos, se asume en este trabajo la siguiente definición, extraída del estándar (IEEE\_1028 1997) “Estándar para Revisiones de Software” (Standard for Software Reviews), la cual se utiliza en esta investigación como guía para la definición de conceptos y procedimientos:

*Un proceso o reunión durante la cual un producto de software es presentado al personal del proyecto, administradores, usuarios, clientes, usuario representativos, o a otras partes interesadas para ser comentado o aprobado*

Las revisiones de SW son un “filtro” para el proceso de Ingeniería del Software. Las revisiones se aplican en diferentes momentos del desarrollo y sirven para detectar errores y defectos que puedan ser eliminados. Sirven también para “purificar” las actividades de Ingeniería del Software que suceden como resultado del análisis, el diseño y la codificación (PRESSMAN 2002).

### 1.3.2. Tipologías de Revisiones

Las revisiones se pueden clasificar de diferentes formas, a continuación se muestran dos de estas.

Atendiendo a la Formalidad, las Revisiones de Software se clasifican en Formales e Informales (Figura 1)(CHÁVEZ 2005), las revisiones informales por lo general:

- No tienen un proceso definido.
- No poseen roles definidos.
- Usualmente no son planeadas.

Las revisiones formales por su parte (CHÁVEZ 2005):

- Poseen objetivos definidos.
- Tienen un proceso documentado.
- Cuentan con roles definidos y personas entrenadas para realizarlos.
- Utilizan listas de chequeo, reglas y métodos para encontrar defectos.
- Incluyen reportes del resultado.
- Durante ellas se recopilan datos para el control de los procesos.



**Figura 1. Clasificación global de las revisiones.**

Durante el desarrollo del SIIPOL (específicamente en los procesos de Revisión de la documentación asociada a los requisitos), no se realizará solo uno de estos tipos de revisiones, sino que se usarán ambas para lograr un equilibrio en el proceso y asegurar el cumplimiento exitoso de los objetivos del proceso.

Las revisiones pueden clasificarse de muchas maneras, por ejemplo (CHÁVEZ 2005), de lo formal a lo informal:

1. Inspecciones
2. Revisión de equipo
3. Recorrido (Walk-Through)
4. Programación en parejas
5. Revisión de escritorio
6. Ad hoc

Para no entrar en una controversia de conceptos y estar acorde con lo que plantean los estándares internacionales, esta investigación se acoge a lo planteado en las normas (NC\_ISO\_12207 2005) y (IEEE\_1028 1997) para la definición de los tipos de revisiones a ser ejecutadas, para asegurar la correcta escritura de los requisitos, así como la adecuada ejecución de las pruebas de sistemas funcionales que permiten verificar dichos requisitos.

A partir de lo anterior, en esta investigación, se asume la existencia de cinco tipos de revisiones fundamentales, en su mayoría formales, las cuales se exponen y discuten a continuación:

#### **1.3.2.1. Las Inspecciones**

Son un escrutinio sistemático por colegas que (CHÁVEZ 2005) (IEEE\_1028 1997):

- Verifica que el producto:
  - Cumpla con los requisitos
  - Cumpla con los atributos de calidad

- Se ajuste a las regulaciones, estándares y procedimientos definidos
- Identifica desviaciones con estándares y requisitos
- Recolecta datos para mejorar el proceso (opcional)
- Su propósito es detectar anomalías
- También se le conoce como “Revisión por colegas” (Peer Review)
- No son para:
  - Revisar el progreso de un producto
  - Evaluar al autor del producto
- Involucra de 3 a 6 personas ajenas al autor.
  - Deben ser personas técnicamente competentes
  - No “jefes”
- Existe un compromiso formal entre los involucrados.
- Es dirigido por un líder entrenado
- Está planeado.
- El foco es en identificar anomalías, no en corregirlas
- Existe un registro y una corrección de anomalías

### **1.3.2.2. Las Revisiones Técnicas**

Son la evaluación sistemática de un producto de software por un equipo o personal calificado prueba la correctitud de ese producto en cuanto a su propósito y ajuste a las especificaciones y estándares definidos. Las Revisiones Técnicas pueden además brindar recomendaciones de alternativas a seguir (IEEE\_1028 1997).

Durante el desarrollo de un Proyecto de Software se deberán efectuar revisiones técnicas para evaluar los productos o servicios de software que están siendo considerados y proporcionar evidencia de que (NC\_ISO\_12207 2005):

- Están completos.
- Cumplen con sus normas y especificaciones.
- Los cambios realizados a estos están implementados correctamente y afectan solo a aquellas áreas identificadas.
- Están cumpliendo con los cronogramas pertinentes.
- Están listos para la siguiente actividad planificada.

### **1.3.2.3. Revisiones a la Gestión de Proyecto**

El estado del proyecto se deberá evaluar en relación con los planes, cronogramas y directrices del proyecto pertinentes. El resultado de la revisión deberá ser discutido entre las dos partes y deberá facilitar lo siguiente (NC\_ISO\_12207 2005):

- Que las actividades avancen de acuerdo con el plan, sobre la base de la evaluación del estado de la actividad o del producto de software.
- El mantenimiento del control global del proyecto mediante la asignación adecuada de recursos.
- Cambio del curso del proyecto o determinación de la necesidad de una planificación alterna.
- Evaluación y gestión de riesgos que puedan poner en peligro el avance del proyecto.

### **1.3.2.4. Auditorías**

Son comprobaciones independientes de uno o más productos y procesos de software para evaluar su correspondencia con las especificaciones, estándares, acuerdos contractuales u otros criterios (IEEE\_1028 1997).

Debido a la necesidad de realizar las auditorías de manera organizada es necesaria la estructuración de un proceso que permita determinar la conformidad con los requisitos, planes y contratos. Este proceso puede ser empleado por cualquiera de las dos partes, donde una parte (la auditora) audita los productos de software y las actividades de la otra parte (la auditada) (NC\_ISO\_12207 2005).

Es necesario para la estructuración de actividades y tareas del proceso lo siguiente (NC\_ISO\_12207 2005):

- Las auditorías se deberán realizar en hitos predeterminados tal como están especificados en los planes del proyecto de software.
- El personal que audita no deberá tener ninguna responsabilidad directa con los productos de software y actividades que ellos auditan.
- Todos los recursos requeridos para realizar las auditorías se deberán acordar entre las partes. Estos recursos incluyen el personal de apoyo, locales de trabajo, hardware, software, herramientas y otros medios.
- En cada auditoría las partes deberían acordar los siguientes detalles: agenda; productos de software (y resultados de una actividad) a ser revisados; alcance de la auditoría y procedimientos; y criterios sobre el comienzo y terminación de la auditoría.

- Los problemas detectados durante las auditorías se deberán registrar y analizar.
- Después de terminada una auditoría, sus resultados se deberán documentar y entregar a la parte auditada. Esta deberá notificar a la parte auditora, las soluciones planificadas a los problemas referidos.
- Las Partes deberán acordar el resultado de la auditoría, cualesquiera responsabilidades sobre detalles de la actuación y el criterio de terminación.
- Las auditorías deberán ser conducidas para asegurar que:
  - a) Los requisitos de la revisión y de la prueba, prescritos por la documentación, son adecuados para la aceptación de los productos de software.
  - b) Los datos de prueba están conformes con las especificaciones.
  - c) Los productos de software fueron probados satisfactoriamente y cumplen sus especificaciones.
  - d) Los informes de las pruebas son correctos y las discrepancias entre los resultados esperados y los reales han sido resueltas.
  - e) La documentación del usuario está conforme con la(s) norma(s) especificada(s).
  - g) Las actividades han sido ejecutadas de acuerdo con los requisitos, planes y el contrato correspondientes.
  - h) Los cronogramas se ajustan a los planes establecidos.

#### **1.3.2.5. Walk-Through**

La traducción de este término al español resulta contradictorio en ciertos momentos, pues diferentes autores lo nombran de disímiles maneras, por tal motivo en esta investigación se utiliza sin traducción para que no se confunda. Por poner algún ejemplo, este término se traduce a veces como:

- Visita Guiada (ORTEGA MONTOYA and BLANCO ZAMORA 2007)
- Recorrido (CHÁVEZ 2005)
- Revisión estructurada, cognitiva (*para el término: structured walk through*) (ISO/IEC\_2382-20 1990)

Este tipo de revisión es considerado una técnica de análisis estático en la cual un diseñador o programador muestra a un grupo de miembros del equipo de desarrollo u otros interesados, un producto de software, los participantes hacen preguntas y comentan posibles errores y violaciones de los estándares de desarrollo y otros problemas (IEEE\_1028 1997).

### 1.3.3. Antecedentes

En el proyecto existe una estrategia de control de la calidad mediante revisiones y auditorías que fue resultado de un Trabajo de Diploma del curso 2006-2007 (ORTEGA MONTOYA and BLANCO ZAMORA 2007). En este epígrafe se mencionan los logros y limitaciones de la estrategia existente.

**Título del trabajo:** Estrategia de Control de la Calidad mediante revisiones y auditorías para el proyecto CICPC. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas (ORTEGA MONTOYA and BLANCO ZAMORA 2007).

- **Objetivo:** Establecimiento de una estrategia de control de la calidad mediante Revisiones y Auditorías, en el proyecto CICPC.
- **Logros:**
  - Se definieron los tipos de revisiones y auditorías que se debían establecer durante el desarrollo del proyecto CICPC.
  - Se lograron detallar los mecanismos de registro asociados a cada actividad que forma parte de la propuesta, conformando una estrategia de control de la calidad que debía establecerse en el proyecto.
  - Se comprobó, mediante la aplicación parcial de la propuesta creada a los casos de estudio, que las actividades que componen la estrategia posibilitan el proceso de detección de defectos y facilitan las posteriores acciones de corrección al artefacto o proceso revisado.
  - El uso de plantillas y listas de chequeo, con el propósito de documentar y guiar cada actividad de control realizada, fue de gran ayuda como constancia de su realización y ubicación de los datos obtenidos.
- **Relación con el tema:** Definición de procedimientos para la realización de diferentes tipos de revisiones y auditorías para ser aplicadas en el proyecto CICPC.
- **Limitaciones:**
  - Desarrollada en etapas previas al comienzo del proyecto, por lo que los procedimientos definidos en la estrategia no contemplan elementos tales como:
    - Preparación previa al comienzo de las revisiones.
    - Realización cronogramas detallados, a partir de CU.
    - Análisis de las tipologías de defectos detectados, con el objetivo de alertar a la gerencia del proyecto sobre las principales deficiencias.

- Las listas de chequeo definidas no se ajustan a las características reales de los artefactos o están ausentes:
  - Especificaciones de CU (No a justada)
  - Especificaciones Suplementarias (Ausente)
  - Manuales de Usuario (Ausente)

Diferentes son las actividades que se definen en la bibliografía consultada que implican la realización de diferentes tipos de revisiones para la documentación relacionada con los requisitos y la ejecución de las pruebas, a continuación se muestra, para cada actividad mencionada en (NC\_ISO\_12207 2005) el tipo de revisión que debe desarrollarse teniendo en cuenta las tipologías definidas en el estándar (IEEE\_1028 1997):

Estándar	Epígrafe	Nombre de la revisión que se plantea	Tipo de Revisión según el estándar IEEE Std 1028-1997
ISO/IEC 12207:1995 [B15]	5.3.4.2	Evaluación del análisis de los requisitos de software	Revisión técnica, inspección, Walk-Through
	5.3.11.2	Evaluación de la Prueba de evaluación del sistema	Revisión técnica, inspección, Walk-Through
	6.1.2.3	Revisión de la Documentación	Revisión a la Gestión, revisión técnica, inspección, Walk-Through, auditoría
	6.6.3	Revisiones técnicas	Revisión Técnica
	6.7	Proceso de Auditoría	Auditoría
	7.1.4	Revisión y Evaluación	Revisión a la Gestión, revisión técnica

**Tabla 1 Actividades mencionadas en (NC\_ISO\_12207 2005) y el tipo de revisión que debe desarrollarse según (IEEE\_1028 1997)**

Debe quedar claro que cuando se utiliza el término “Correcta” significa que no se va a revisar si es realmente lo que el cliente quiere, sino verificar que la escritura de los requisitos se ha realizado según lo pautado y que cumple con los estándares definidos en el proyecto CICPC y en consecuencia, probar que dichos requisitos fueron implementados según lo escrito y pactado con el cliente.

### 1.3.4. Roles que participan

A continuación se realiza un resumen de los principales roles que se manejan en la Ingeniería de Software (RUP\_IBM\_CORP 2006), resumiendo para cada uno de los casos una pequeña descripción, así como las principales habilidades que requieren:

#### 1.3.4.1. *Revisor*

Este rol proporciona información de retorno, oportuna a los miembros del equipo de proyecto sobre los productos de trabajo que han enviado a revisión.

Dependiendo del tipo de revisión (gestión o técnica) será necesario un conjunto de habilidades diferentes:

- Técnicas: conocimiento de dominio o experiencia subjetiva apropiada al producto de trabajo que se está revisando.
- Gestión: muchos años de experiencia en el sector (incluyendo formulación de contratos y negociación), la técnica y la gestión de proyectos de software, comprensión excelente de los principios de gestión de riesgos y muy buenas habilidades de estimación.

Como norma general, el equipo de revisión debe representar todas las partes que tienen interés en el producto de trabajo que se está revisando, incluidos todos los consumidores del producto de trabajo. Por lo tanto, este rol lo puede desempeñar una persona con un conjunto de habilidades que no coincida con las habilidades del autor, pero que pueda comprender el impacto de las tareas posteriores en que se consume el producto de trabajo.

#### 1.3.4.2. *Revisor técnico*

Este rol contribuye con información técnica de retorno sobre los productos de trabajo del proyecto. Esta información de retorno debe ser oportuna y apropiada.

Una persona que desempeñe el rol Revisor técnico debe tener las habilidades y el conocimiento apropiado que incluye:

- Conocimiento de dominio o experiencia en el tema apropiada al producto de trabajo que se está revisando
- O bien:
  - Las habilidades necesarias para producir el producto de trabajo que se está revisando.
  - La responsabilidad de otros productos de trabajo, el contenido de los cuales es una transformación o bien refleja en algún modo el producto revisado.

- La responsabilidad de las tareas posteriores en que se consumirá este producto de trabajo.

#### **1.3.4.3. Coordinador de revisión**

Este rol facilita las revisiones e inspecciones formales, garantiza que ocurran cuando es necesario, y verifica que se realicen en un estándar satisfactorio.

El rol Coordinador de revisión es responsable de gestionar el proceso de revisión. Las revisiones se pueden generalizar en dos categorías principales: Revisiones de gestión del progreso del proyecto y Revisiones técnicas de los productos de trabajo del proyecto.

Este rol es responsable de:

- Garantizar que se efectúen las revisiones necesarias.
- Garantizar que los asistentes de revisión adecuados se incluyen y reciben notificación con los detalles de revisión apropiados.
- Realizar la revisión de forma apropiada y eficaz.
- Garantizar que las tareas de seguimiento que resultan de la revisión se gestionan hasta su conclusión.

Cuando se seleccione personal para este rol, debe tener en cuenta las habilidades necesarias para el rol y los diferentes enfoques que puede adoptar para asignar personal al mismo.

Es importante que la persona que desempeñe el rol Coordinador de revisión tenga la capacidad de facilitar que los grupos de personas colaboren con eficacia. Idealmente, una persona que desempeñe este rol debe tener la confianza y el respeto de todos los asistentes implicados en el proceso de revisión.

Las habilidades y conocimientos apropiados para este rol incluyen:

- Habilidades de planificación y organización.
- Diplomacia, incluyendo habilidades de resolución de conflictos.
- Habilidades de facilitación.
- La capacidad de habilitar la colaboración productiva.

## **1.4. Las pruebas de Software**

El desarrollo del software implica una serie de actividades de producción en las que las posibilidades de introducción de errores humanos son comunes. Los errores pueden empezar a darse desde el primer momento del proceso en el que los objetivos pueden estar especificados de forma errónea e imperfecta; así en los posteriores pasos del diseño y desarrollo. Debido a la imposibilidad humana de trabajar y comunicarse de

forma perfecta, el desarrollo del software ha de ir acompañado de una actividad que garantice la calidad (SW 2007).

**Las pruebas** son una actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo unas condiciones o requisitos especificados, los resultados son observados y registrados, y una evaluación es hecha de algún aspecto del sistema o componente (SW 2007).

#### 1.4.1. Objetivo y principios de las pruebas.

Pressman afirma que el objetivo de la prueba es: “diseñar pruebas que saquen a la luz diferentes clases de errores con la menor cantidad de tiempo y espacio” (PRESSMAN 2002).

Es importante destacar que existen varios criterios que se deben tener en cuenta al tratar el tema de las pruebas de software (DAVIS 1995; EDWARD 1996; MYERS 1979):

1. La principal dificultad del proceso de prueba es decidir cuándo parar.
2. Evitar Casos de Pruebas no planificados, no reutilizables y triviales a menos que el programa sea verdaderamente sencillo.
3. Una parte necesaria de un caso de prueba es la definición del resultado esperado.
4. Los Casos de Pruebas tienen que ser escritos no solo para condiciones de entrada válidas y esperadas sino también para condiciones no válidas e inesperadas.
5. Los Casos de Pruebas tienen que ser escritos para generar las condiciones de salida deseadas.
6. El número de errores sin descubrir es directamente proporcional al número de errores descubiertos.
7. Las pruebas deberían empezar por “lo pequeño” y progresar hacia “lo grande”.
8. *Con la excepción de las pruebas de unidad e integración, un programa deberá ser probado por la persona u organización que lo desarrolló.*
9. Se debe designar al programador más creativo para realizar las pruebas.

Las siguientes definiciones son algunas de las recogidas en el diccionario de la IEEE en relación a las pruebas (PALMA and TORRES 2007):

**Pruebas:** “es una actividad en la cual un sistema o uno de sus componentes se ejecuta dos veces en circunstancias previamente especificadas, los resultados se observan, se registran y se realiza una evaluación de algún aspecto”. Para Myers (MYERS 1979), probar (o la prueba) es el “proceso de ejecutar un programa con el fin

de encontrar errores”. El nombre “prueba”, además de la actividad de probar, se puede utilizar para designar “un conjunto de casos y procedimientos de prueba” (IEEE\_610-12 1990).

**Caso de prueba:** “un conjunto de entradas, condiciones de ejecución y resultados esperados desarrollados para un objetivo particular, ejemplo: ejercitar un camino concreto de un programa o verificar el cumplimiento de un determinado requisito”. También se puede referir a la documentación en la que se describen las entradas, condiciones y salidas de un caso de prueba.

**Defecto:** “un defecto en el software como, por ejemplo, un proceso, una definición de datos o un paso de procesamiento incorrectos en un programa”.

**Fallo:** “La incapacidad de un sistema o de alguno de sus componentes para realizar las funciones requeridas dentro de los requisitos de rendimiento especificados”.

**Error:** tiene varias acepciones:

- ✓ La diferencia entre un valor calculado, observado o medido y el valor verdadero, especificado o teóricamente correcto. Por ejemplo, una diferencia de dos centímetros entre el valor calculado y el real.
- ✓ Un defecto. Por ejemplo, una instrucción incorrecta en un programa.
- ✓ Un resultado incorrecto. Por ejemplo, un programa ofrece como resultado de la raíz cuadrada de 36 el valor 7 en vez de 6.
- ✓ Una acción humana que conduce a un resultado incorrecto (una metedura de pata). Por ejemplo, que el operador o el programador pulse una tecla equivocada.

### 1.4.2. Tipos de prueba

No es objetivo de esta investigación mostrar cómo se determinarán los tipos de prueba, simplemente, se muestran a continuación, los tipos de prueba que se definieron (PALMA and TORRES 2007) para el proyecto CICPC:

#### ***Prueba de Funcionalidad***

##### **Objetivo**

Verificar la funcionalidad del sistema al fijar la tensión en la validación de las funciones, métodos, servicios y Casos de Usos.

##### **Metas**

Validar que la aplicación:

- Cumpla con los requisitos funcionales especificados en el diseño de la solución por medio de Casos de Uso.

- Cumpla con los requisitos No funcionales especificados en el diseño de la solución.
- Cumpla con las restricciones de entrada y salida de la información especificada en el diccionario de Datos
- Cumpla íntegramente con la estructura referencial especificada en el Mapa de Navegación.

### ***Prueba de Seguridad.***

#### **Objetivo**

Verificar que los mecanismos de protección incorporados en el sistema realmente lo protejan de accesos impropios.

#### **Metas**

Validar que en la aplicación:

- Los datos del sistema solo pueden ser accesibles por los actores debidamente autorizados.
- Las funciones del sistema solo pueden ser accesibles por los autores debidamente autorizados.
- Las funciones que atenten contra la integridad de los datos de negocios sean debidamente impedidas.

### ***Prueba de Disponibilidad y Red.***

#### **Objetivo**

Verificar el comportamiento de la aplicación cambiando la infraestructura de red al aplicar diferentes configuraciones, o retardos.

#### **Metas**

Validar que en la aplicación:

- No se reduce la disponibilidad de los sistemas, debido a la actividad de alguna persona o sistema. Ya sea, accidental o malintencionado.

### ***Prueba de Rendimiento o Carga***

#### **Objetivo**

Verificar el rendimiento del software en tiempo de ejecución dentro del contexto de un sistema integrado, así como la verificación de la capacidad del sistema para manejar volúmenes de datos extremos de acuerdo con la velocidad que se especifique para el sistema.

**Metas**

Validar en la aplicación:

- Que los tiempos de respuesta del sistema en una cantidad limitada de escenarios de trabajo (a nivel de número de usuarios y número de transacciones), bajo una configuración de hardware y software constante, son los definidos en las especificaciones suplementarias.
- Comprobar el tiempo de respuesta al realizar una función.
- Comprobar el tiempo de respuesta al realizar accesos concurrentes a una determinada información.
- Atender múltiples solicitudes de parte de los actores que acceden a un mismo recurso.

***Prueba de Compatibilidad*****Objetivo**

Verificar el funcionamiento del sistema sobre diferentes componentes de software.

**Metas**

Validar en la aplicación:

- Que es compatible con los diferentes Sistemas Operativos definidos en las Especificaciones Suplementarias.
- Que es posible acceder a ella desde los diferentes navegadores para los que fue diseñada.

***Prueba de Resistencia o Stress*****Objetivo**

Verificar cómo se comporta el sistema bajo condiciones anormales.

**Metas**

Validar el funcionamiento de la aplicación bajo condiciones específicas, por ejemplo:

- Carencia de sistemas externos con los que interactúa el sistema.
- Carga excesiva de trabajo al sistema (extremas sobrecarga).
- Hardware no disponible.
- Recursos compartidos no disponibles.

## **Prueba de Usabilidad**

### **Objetivo**

Determinar si la organización de los contenidos y las funcionalidades que se ofrecen desde la aplicación Web son entendidas y utilizadas por los usuarios de manera simple y directa.

### **Metas**

Validar en la aplicación:

- Para poder ver las páginas adecuadamente necesita utilizar un navegador compatible con estándares Web.
- Proporcionar al usuario información relacionada con el estado actual del sistema.

De todos los tipos de prueba mencionados, esta investigación se basa fundamentalmente en las pruebas funcionales a nivel de sistema.

### **1.4.3. Roles que participan**

A continuación se realiza un resumen de los principales roles que se manejan en la Ingeniería de Software (RUP\_IBM\_CORP 2006), resumiendo para cada uno de los casos una pequeña descripción, así como las principales habilidades que requieren:

#### **1.4.3.1. *Analista de Pruebas***

Este rol identifica y define las pruebas necesarias, supervisa el proceso de prueba necesario y los resultados de cada ciclo de prueba y evalúa la calidad global. El rol también representa a los interesados que no tienen una representación directa o regular en el proyecto.

Las habilidades y conocimientos apropiados para el rol Analista de Pruebas incluyen:

- Buenas habilidades analíticas.
- Mente desafiante y curiosa.
- Atención al detalle y tenacidad.
- Comprensión de las anomalías de software y errores comunes.
- Conocimiento del dominio (muy deseable).
- Conocimiento del sistema o aplicación que se somete a prueba (muy deseable).
- Experiencia en una serie de esfuerzos de prueba (deseable).

Este rol es responsable básicamente de:

- Identificación de los objetivos de la prueba.
- Definición de las pruebas necesarias apropiadas y cualquier dato de prueba asociado.
- Recopilación y gestión de los datos de prueba.

- Evaluación del resultado de cada ciclo de prueba.

#### **1.4.3.2. Diseñador de Pruebas**

Este rol dirige la definición del enfoque de prueba y garantiza la implementación satisfactoria. Esto incluye identificar las técnicas, herramientas y directrices apropiadas para implementar las pruebas necesarias, y para proporcionar orientación al esfuerzo de prueba sobre los requisitos de recursos correspondientes.

Las habilidades y conocimientos apropiados para el rol Diseñador de Pruebas incluyen:

- Experiencia en una serie de esfuerzos de prueba.
- Habilidades de diagnóstico y resolución de problemas.
- Amplio conocimiento de instalación y configuración de hardware y software.
- Experiencia y éxito con la utilización de las herramientas de automatización de prueba.
- Habilidades de programación (preferible).
- Programación del liderazgo del equipo y habilidades de diseño de software (altamente deseable).
- Conocimiento del sistema o aplicación que se somete a prueba (deseable).

Este rol es responsable esencialmente de:

- Identificar y describir las técnicas de prueba apropiadas.
- Identificar las herramientas de soporte apropiadas.
- Definir y mantener una Arquitectura de automatización de pruebas.
- Especificar y verificar las configuraciones del entorno de prueba necesario.
- Verificar y valorar el enfoque de prueba.

#### **1.4.3.3. Gestor de Pruebas**

Este rol dirige el esfuerzo de prueba global. Esto incluye el apoyo de calidad y prueba, la planificación y gestión de recursos y la resolución de cuestiones que impiden el esfuerzo de prueba.

Recibe soporte de las habilidades básicas y la conveniencia siguiente:

- Conocimiento general de todos los aspectos del proceso de ingeniería de software.
- Experiencia en una amplia variedad de esfuerzos de prueba, técnicas y herramientas.
- Habilidades de las personas, especialmente en diplomacia y en abogacía.
- Habilidades de planificación y gestión.

- Conocimiento del dominio, sistema o aplicación que se somete a prueba (deseable).
- Experiencia en la programación o gestión de los equipos de programación (deseable).

Este rol es responsable elementalmente de:

- Negociar el objetivo constante y los entregables del esfuerzo de prueba.
- Garantizar la planificación y gestión apropiadas de los recursos de prueba.
- Valorar el progreso y la eficacia del esfuerzo de prueba.
- Apoyar el nivel apropiado de calidad con la resolución de defectos importantes.
- Abogar por un nivel apropiado de comprobabilidad centrado en el proceso de desarrollo de software.

#### **1.4.3.4.      *Probador***

Este rol realiza pruebas y registra los resultados de las pruebas.

El conjunto de conocimientos y habilidades pueden variar dependiendo de los tipos de pruebas que se ejecutan y las fases del ciclo vital del proyecto, aunque en general, el personal que desempeñe el rol Probador deberá tener las habilidades siguientes:

- Conocimiento de los enfoques y técnicas de las pruebas.
- Habilidades de diagnóstico y resolución de problemas.
- Conocimiento del sistema o aplicación que se somete a prueba (deseable).
- Conocimiento de la arquitectura de red y del sistema (deseable).

Donde sean necesarias las pruebas automatizadas, las habilidades siguientes deben considerarse además de las que ya se han indicado anteriormente:

- Formación en la utilización apropiada de las herramientas de automatización de prueba.
- Experiencia en la utilización de herramientas de automatización de prueba.
- Habilidades de programación.
- Habilidades de depuración y diagnóstico.

Este rol es responsable fundamentalmente de:

- Identificar el enfoque de implementación más apropiado para una prueba determinada.
- Implementar pruebas individuales.
- Configurar y ejecutar las pruebas.
- Registrar los resultados y verificar la ejecución de las pruebas.
- Analizar y recuperar a partir de los errores de ejecución.

## **1.5. El Sistema de Información e Investigación Policial**

Como parte de la cooperación entre Cuba y Venezuela, se firmó un proyecto con el Cuerpo de Investigaciones Científicas Penales y Criminalísticas (CICPC), para el desarrollo del mismo se escogió a la Facultad 8 de esta Universidad.

Según un estudio preliminar de la situación general que tiene actualmente el CICPC, hay un conjunto de problemáticas presentes en los procesos que desarrollan, que pudieran ser resueltos a través de una aplicación informática (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006):

1. Lentitud en la fluidez de la información entre las diferentes áreas de trabajo del CICPC, que deben coordinar su trabajo en la solución de los casos.
2. Falta de información actualizada, oportuna y fiable para los entes de dirección del CICPC, que no permite el conocimiento táctico sobre el curso de las investigaciones de un caso, ni mejorar su contribución al desarrollo de políticas, estrategias y análisis sobre la criminalidad.
3. Limitaciones en la diversidad de información que se requiere para la investigación de los hechos y en la calidad de uso de la que hoy esta almacenada.
4. Imposibilidad para acceder y utilizar información de interés de otras organizaciones como la SAIME, INTTT, CNE, Registro y Notarías, Penitenciarías, etc.

### **1.5.1. Beneficios esperados con el desarrollo del SIIPOL**

La implantación de un nuevo Sistema de Información Policial en todas las dependencias adscritas al CICPC aportará beneficios tangibles tanto para el funcionamiento interno de la institución, como para la población venezolana que es la principal beneficiaria de los procesos que se llevan a cabo en la institución. Desde el punto de vista interno, el sistema permitirá (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006):

1. Acortamiento de los canales de comunicación actuales entre las distintas dependencias que no se encuentran físicamente cerca y necesitan compartir información para efectuar su trabajo (disminución de correspondencia de memos y oficios entre las dependencias).
2. Acceso a una información organizada y variada, con un nivel de actualidad bastante confiable, teniendo en cuenta los niveles de confidencialidad requeridos para cada tipo de información.

3. Disminución del almacenamiento de información en papel, y al mismo tiempo la posibilidad de obtener en cualquier momento la información más actualizada en ese formato, cuando sea requerida.
4. Depuración de la información actual que se ha ido acumulando a lo largo de los años en este organismo.
5. Refuerzo en las normas de sistematización y normalización de la información manejada, tanto en sus formatos, como en los procedimientos empleados.
6. Mayor control en las actividades que desarrollan en las áreas de trabajo del CICPC, permitiendo la evaluación, seguimiento y control de sus procesos.
7. Incremento de la cultura informática de la institución en el uso de la tecnología como un instrumento de trabajo diario.

Desde el punto de vista externo, los beneficios se reflejarán en los tiempos de respuesta a los requisitos de (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006):

1. La fiscalía de la República Bolivariana de Venezuela en lo que se refiere a la investigación criminal y otros servicios de experticias y estudios que pueden ser realizados en una institución que emplea métodos científicos para comprobar hechos.
2. La dirección del Ministerio de Justicia, referentes al estado de la criminalidad y otros elementos de información que sean interesantes para el desarrollo de políticas de trabajo en este sentido.
3. La población venezolana y extranjera, en lo que se refiere a la atención y respuesta a las denuncias y demás hechos delictivos que afecten tanto al Estado como a la población.

### 1.5.2. Estructura del Proyecto CICPC en la asignación de roles

De acuerdo con las características del proyecto, los roles generales definidos son los siguientes (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006):

- **Consejo Técnico:** responsable de la dirección del proyecto, la planificación, y el control de la ejecución; lo integra el líder de proyecto, un planificador, un analista principal, un arquitecto principal, un diseñador principal de la Base de Datos (BD), cuatro jefes de sistema, un asesor de calidad, un administrador de los cambios y gestión de la configuración, y un jefe de capacitación. Este grupo se apoya en asesores permanentes legales, de procesos y otros.

- **Grupo de Diseñadores de BD:** realizan el diseño, configuración, programación y mantenimiento de los modelos de datos y de la Base de Datos en sí. Lo dirige el diseñador principal de la BD.
- **Grupo de Arquitectura:** definen la línea base de la arquitectura, define las pautas para el diseño y la codificación. Establece el esqueleto sobre el cual se implementarán los Casos de Uso en los equipos de desarrollo. Lo dirige el arquitecto principal.
- **Grupos de Desarrollo:** Como el proyecto es complejo se divide el trabajo en pequeños equipos de desarrollo que asumen la construcción de sistemas, subsistemas o módulos. Intervienen especialistas funcionales de las áreas particulares para las que se desarrolla el sistema. Cada equipo de desarrollo está dirigido por un Jefe de Sistema, el cual cuenta con analistas, diseñadores, programadores, gestores de cambios, y documentadores para realizar las construcciones.
- **Grupo de Calidad:** aseguran la calidad a lo interno del proyecto desde el inicio. Sirve de contrapartida al trabajo de los equipos de desarrollo. Evalúa que se respeten las normas de calidad establecidas por la organización. Realizan las pruebas internas a la arquitectura y a las funcionalidades implementadas. Lo dirige el asesor de calidad.

En el **Anexo 1** se representan las responsabilidades que se asignaron en el proyecto, agrupadas en subconjuntos o subsistemas de desarrollo, así como la jerarquía de estos roles (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006).

### 1.5.3. Metodología seguida y artefactos relacionados con la investigación

A continuación se presenta el esquema de fases y flujos de trabajo de RUP, a partir de la metodología en la cual se basa el desarrollo de este proyecto (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006). Este proceso iterativo e incremental está caracterizado por la realización en paralelo de todas las disciplinas de desarrollo a lo largo del proyecto, con lo cual la mayoría de los artefactos son generados en etapas tempranas en el proyecto, pero van desarrollándose en mayor o menor grado de acuerdo con la fase e iteración del proyecto. La siguiente figura (**Figura 3**) ilustra este enfoque, mediante la representación del énfasis de cada disciplina (flujo de trabajo) en un momento determinado del desarrollo.

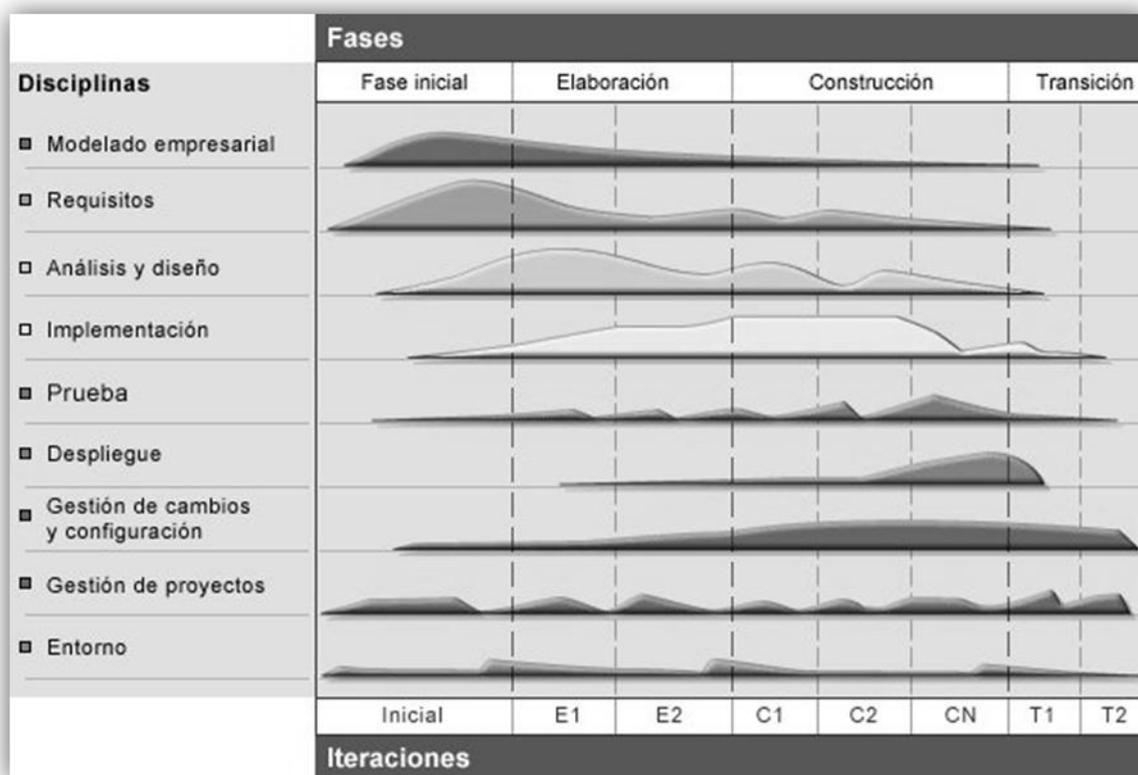


Figura 2. Diagrama de Fases y Disciplinas de RUP en dos dimensiones.

En la figura se representa además la culminación de cada fase mediante líneas discontinuas, momento adecuado para la realización de actividades de Aseguramiento de la Calidad para la verificación y comprobación de los productos finales de cada una.

En la tabla del **Anexo 2** se listan los artefactos a generar en cada disciplina, según lo definido en el en el Proyecto Técnico General (LÓPEZ, NILET MARÍA SOTO 2006), y se encuentran sombreados en gris los que son objetivo de este trabajo, por estar vinculados directamente a los procesos de Revisión y Pruebas.

En el caso de los artefactos relacionados con las pruebas que se generan durante la Aceptación del producto, es oportuno aclarar que no son generados por el equipo de desarrollo del SIIPOL directamente, el mismo solo colabora con CALISOFT (**Ver Glosario**), quien es el responsable directo de la elaboración de planes y otros artefactos durante ese flujo.

## 1.6. La clasificación de Anomalías

Durante los procesos de Revisión y Prueba de los requerimientos se detectan una gran cantidad de desviaciones en los productos y los procesos, con respecto a las especificaciones y los planes establecidos, dichas desviaciones es necesario que se sean resueltas, para obtener calidad, pero no se puede pretender obtener calidad solamente con la corrección de las desviaciones que se encuentran. Resulta vital, para mejorar la calidad en los procesos y en el trabajo diario, aprender de las experiencias que se han obtenido y para eso, clasificar las desviaciones detectadas, su posterior análisis, detección de principales causas que provocaron las desviaciones y la identificación y aplicación de medidas correctivas brinda un gran aporte.

### 1.6.1. Definición de Anomalía, el estándar IEEE std 1044-1993

Existen muchas formas de identificar las desviaciones de las especificaciones e incumplimientos con los planes durante el proceso de desarrollo, el uso indiscriminado de dichos conceptos puede traer confusión dentro del proceso, lo que en esta investigación se asume el concepto dado en la (IEEE\_1044 1993):

***Anomalía:** Cualquier condición que implique la desviación de la especificación de los requisitos, de los documentos del diseño, documentos de usuario, estándares etc. o de la perspectiva y/o experiencia de alguien. Las anomalías pueden ser encontradas (aunque no únicamente) durante las revisiones, pruebas, análisis, compilación o el uso de la documentación de una aplicación (IEEE\_1044 1993).*

Este concepto se asume por la necesidad de estandarizar la forma de llamar a las desviaciones que se detectan durante los procesos de Revisión y Prueba de los requerimientos.

Por razones de semántica es preferible utilizar la palabra “anomalía” y no las palabras: falla, fallo, incidente, defecto, problema, o bug cuando se trata de la clasificación, pues esta palabra le confiere neutralidad al término (IEEE\_1044 1993).

A manera de resumen se puede afirmar que el estándar (IEEE\_1044 1993) contiene una metodología basada en un proceso que va desde el reconocimiento de la anomalía a la aplicación de medidas correctivas, este proceso contiene varios pasos que se describen en detalle en la norma.

El estándar no es una camisa de fuerza, el mismo permite al usuario la adaptación de su procedimiento y de las clasificaciones para que se sea aplicado en un proyecto atendiendo a las características específicas del mismo.

## 1.7. Notación de Modelado de Procesos de Negocio (BPMN)

Como parte de los objetivos de la investigación, se encuentra la definición de los procesos de Revisión y Prueba; para la modelación de estos procesos se ha utilizado la notación BPMN, la cual se describe a continuación.

BPMN (Business Process Modelling Notation) es un estándar de la BPMI (Business Process Management Initiative) (OMG 2004), organismo que ha sido absorbido recientemente por la OMG, cuyo principal objetivo es según (BPMI 2006) “proporcionar una notación fácilmente comprensible por todos los usuarios del negocio, desde los analistas. . . los desarrolladores técnicos. . . hasta aquellos que monitorizarán y gestionarán los procesos”. Otros objetivos importantes que se plantea esta especificación son (PÉREZ 2005):

- Crear puentes entre el diseño de los procesos de negocio y la implementación del proceso.
- Que los lenguajes basados en XML para describir procesos tengan una notación gráfica.

### 1.7.1. Elementos básicos de los diagramas BPMN

Los diagramas BPMN, también llamados BPD (Business Process Diagram) están formados por una serie de elementos fundamentales. Estos se pueden clasificar en cuatro categorías fundamentales (PÉREZ 2005):

1. Objetos de Flujo (Flow objects).
2. Conectores (Connecting Objects).
3. Calles (Swimlanes).
4. Artefactos (Artifacts).

### 1.7.2. Ventajas de BPMN

Es un hecho que cada día están teniendo más importancia los procesos de negocio y por extensión las herramientas que nos sirven para modelar, simular, supervisar y gestionar ese tipo de procesos (PÉREZ 2005).

Actividad de UML y BPMN, cuyo objetivo es básicamente el mismo. Todo parece indicar que la OMG se está decantando por BPMN, no sólo como concesión a la organización absorbida sino también por otras razones expuestas en (RUIZ 2007):

- BPMN es capaz de expresar más patrones (RUSSELL. 2005) que los diagramas de actividad (RUSSELL. 2004), es decir, es más expresivo.

- BPMN es gráficamente más rico, con menos símbolos fundamentales, pero con más variaciones de éstos, lo que facilita su comprensión por parte de gente no experta.
- BPMN tiene el apoyo de la WfMC, una de las organizaciones más importantes en el campo del workflow que además de miembro de la propia OMG ha modificado una de sus especificaciones XPDL (posteriormente es descrita en esta memoria) para dar cobertura total a BPMN (PÉREZ 2005).
- BPMN puede transformarse directamente en BPEL, un lenguaje de orquestación de servicios web que se está consolidando como un estándar (PÉREZ 2005).

## 1.8. Conclusiones

Como resultado de este capítulo, se definió el concepto de:

- Aseguramiento de la calidad
- Revisión
- Pruebas
- Anomalía

Se identificaron los principales tipos de revisiones y pruebas, se demostró la importancia del análisis de las anomalías detectadas en los procesos de revisión y prueba de los requerimientos, se brindó una introducción al desarrollo del SIIPOL, se analizaron los antecedentes de esta investigación y se mostró las características y principales ventajas de la notación de modelado empleada en la definición de los procesos de revisión y prueba de los requisitos.

## **CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 2.1. Introducción

Durante el desarrollo del siguiente capítulo, se exponen los elementos que conforman la **Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad durante los Procesos de Revisión y Prueba de los Requisitos en el desarrollo del SIIPOL**, describiendo cada uno. Dichos elementos son:

- Descripción del Proceso de Prueba a los Requisitos en el desarrollo del SIIPOL.
- Descripción del Proceso de Revisiones a la documentación asociada a los requerimientos en el desarrollo del SIIPOL.
- Forma de clasificación y análisis de las anomalías detectadas en los procesos que se definen.
- El papel del equipo de Aseguramiento de la Calidad en el control de cambios.
- Descripción de los mecanismos para el control de los procesos definidos.
- Forma de evaluación del producto de software implementado.

En la siguiente **Figura 3** se muestran los elementos que componen la estrategia que se describe en este capítulo de forma gráfica para una mejor comprensión y visualización de la misma.



**Figura 3. Elementos que componen la estrategia.**

Obsérvese como aparecen alrededor del Aseguramiento de la Calidad todos los elementos que componen la estrategia, formando un círculo que delimita el concepto de aseguramiento de la calidad asumido en esta investigación, ya que el mismo se limita a los procesos de revisión y prueba de los requerimientos. En esta figura se resaltan los elementos de la estrategia que se describen en detalle, la "Evaluación de SW", no queda fuera de la estrategia, pero se define en otra investigación, debido a su complejidad.

Se pretende brindar mayor organización a los procesos definidos para facilitar el control y asegurar la calidad a partir de la definición clara de las actividades a desarrollar, de la

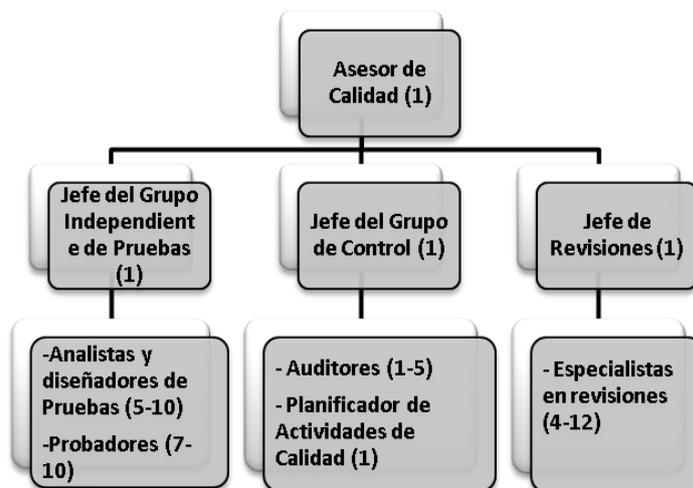
interacción entre los miembros del Equipo de Aseguramiento de la Calidad (SQAT) y de estos, con los demás equipos involucrados en la creación de los documentos a revisar así como de la implementación de la aplicación; y además especificando los artefactos involucrados en cada proceso.

Mediante la descripción de la forma a través de la cual se clasifican y analizan las anomalías detectadas, se logra que los procesos de Revisión y Pruebas no sólo lleguen hasta la detección de defectos, sino que le brinden a la gerencia del proyecto una herramienta para determinar las principales deficiencias y las causas que las originaron, para de este modo contribuir a mejorar los procesos que originaron los artefactos revisados y/o probados.

Debe quedar claro que el SQAT posee además, a partir de lo visto en el **Capítulo 1**, la responsabilidad de coordinar el Control de Cambios, por tanto esta estrategia define cuál será el papel del SQAT en el control de cambios, de manera general. No puede efectuarse un Comité de Control de Cambios donde se trate el tema de las Anomalías detectadas durante las revisiones y pruebas sin que se cuente con la representación del SQAT.

Por otra parte se ha querido contribuir con esta estrategia a la mejora de los procesos, tanto de revisiones como de pruebas, definiendo mecanismos sencillos de control de los procesos, para en ciertos momentos (por ejemplo la terminación de una iteración de revisiones y/o pruebas), evaluar indicadores generales como la eficacia y eficiencia de algunos parámetros, que le permitan a la estructura de dirección del SQAT identificar deficiencias y trazar planes de mejoras a corto plazo.

Es necesario aclarar que luego de la reorganización del grupo de aseguramiento de la calidad, la jerarquía de roles representada en el **Anexo 1** se vio afectada, quedando como se muestra en la **Figura 2**, sección del Asesor de Calidad. Este cambio se realizó debido al tamaño del proyecto y la necesidad de asegurar la ejecución de las revisiones y pruebas de manera más eficaz (TORRES and PERALTA 2007).



**Figura 4. Organización del equipo de Aseguramiento de la Calidad**

De esta manera se ha tratado de descentralizar las tareas de control, de modo que el Asesor de Calidad se retroalimenta del trabajo de los Jefes de los Grupos de Prueba, Revisiones y de Control, obteniendo de ellos el estado de las tareas del equipo y orientando a los mismos, teniendo en cuenta el análisis de los riesgos que puedan afectar el desarrollo de las actividades de Aseguramiento de la Calidad. Los jefes de los equipos, por su parte, se encargan del control de los miembros de los mismos, así como de su preparación continua.

## 2.2. Descripción del proceso de pruebas a los requisitos

Dado que el problema a resolver se enmarca en el hecho de asegurar que el producto que se ha implementado corresponde con lo pactado con el cliente, este proceso utiliza como principal guía, las Especificaciones de Casos de Uso, que son el documento que el cliente ha firmado, por tanto, el método utilizado para el diseño de las pruebas que se realizan en este proceso, se basa en las Especificaciones de Casos de Uso (ECU).

El hecho de que las ECU sean la guía principal durante las pruebas no quiere decir que otros tipos de requisitos que no están en las especificaciones, no se prueban en el proyecto, las pruebas No Funcionales también han sido objeto de investigación y se ha aplicado la automatización de algunas de ellas (ALMENARES 2007), pero esta investigación pretende solo asegurar, luego de terminada la implementación, de que lo que se implementó está acorde con lo especificado y se ha realizado según lo planeado, es decir, estas pruebas se realizan a la aplicación, son de manera general pruebas funcionales, aplicando métodos de caja negra. Más adelante en el **epígrafe 2.2.5** se explica con detalles el método para el diseño de las pruebas que se empleó en el desarrollo del SIIPOL.

A continuación se definen los objetivos del proceso de pruebas, así como los principales subprocesos que contiene, se muestran los roles involucrados, las herramientas que se utilizan y se explican los subprocesos más significativos.

Cuando se quiere probar, se presenta un “Conflicto de Intereses” común en cualquier proceso de Desarrollo de Software. Al igual que cualquier constructor, el desarrollador está orgulloso del edificio que acaba de construir y se enfrenta a cualquiera que intente encontrarle defectos. Desde el punto de vista del desarrollador que implementó el software, la prueba se puede considerar (psicológicamente) destructiva (PRESSMAN 2002).

Para romper con este “Conflicto de Intereses” se decidió crear el Grupo Independiente de Pruebas (GIP) que elimina los problemas asociados con el hecho de permitir al desarrollador que pruebe lo que ha construido. Una prueba independiente elimina el conflicto que de otro modo, estaría presente.

Para lograr una mejor ejecución de las actividades relacionadas con las pruebas en el desarrollo del SIIPOL, debido a su gran tamaño y complejidad, se ha definido una organización interna del GIP, el cual se muestra en la siguiente figura:



**Figura 5. Organización interna del GIP**

La estructura del GIP se puede observar en la figura anterior, allí se puede observar que existen cinco Sub-Grupos que son descritos a continuación:

- *Planificación y Control:* Se encarga de la dirección del GIP, analizando los riesgos y aplicando estrategias de trabajo que permitan el avance hacia el alcance de los objetivos trazados.
- *Diseño y Montaje en plantilla de los CP:* En el que se encuentran la mayoría de los Analistas y Diseñadores de Prueba, los cuales se encargan de diseñar los Casos de Prueba y de montarlos en la plantilla (procedimientos explicado anteriormente).

- 
- *Acondicionamiento del entorno de pruebas:* Responsable de que estén creadas las condiciones para la ejecución de las pruebas en las máquinas previstas para este fin.
  - *Aseguramiento de los datos:* Existen Casos de Prueba que para ser ejecutados exitosamente requieren que existan datos previamente incluidos en la BD, este grupo se encarga de asegurar que dichos datos están en la BD cuando se va a ejecutar la prueba, garantizando así el éxito de la misma.
  - *Probadores:* Encargados de ejecutar la prueba y documentar los defectos.

Para un mejor entendimiento del flujo de procesos y actividades dentro del proceso de Pruebas, se presenta el Diagrama del proceso de Pruebas a los Requisitos:

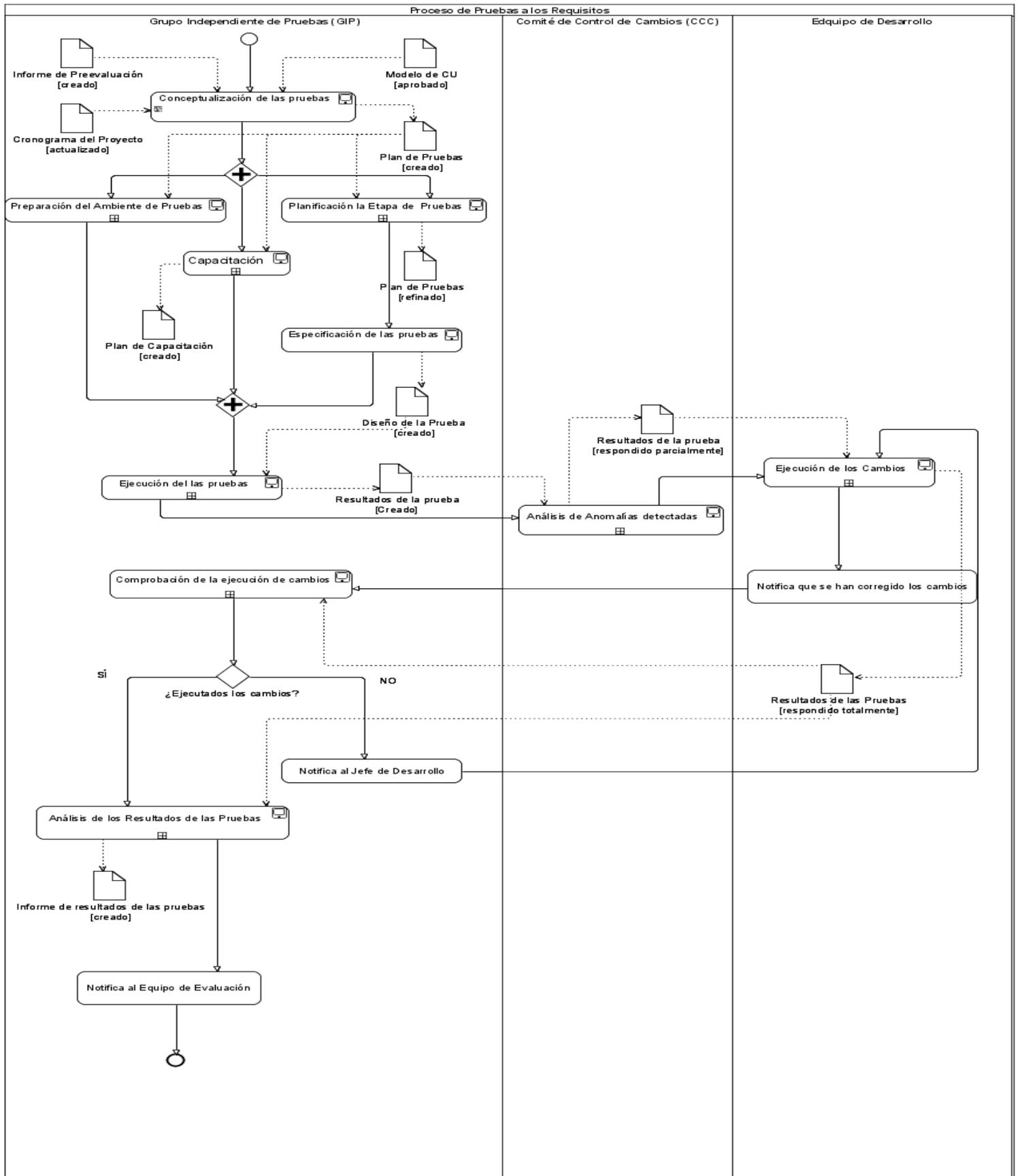


Figura 6 Proceso de Pruebas a los requerimientos

### 2.2.1. Objetivos

Comprobar que el SIIPOL cumple con los requisitos pactados con el cliente y ejercitar la aplicación en aras de detectar la mayor cantidad posible de errores existentes.

### 2.2.2. Entradas

Nombre	Responsable	Descripción
Modelo de Casos de Uso	Equipo de Análisis	Contiene los diagramas de Casos de Uso así como las especificaciones de los mismos, así como otros documentos estándares que se emplean la definición de mensajes y plantillas de especificación de algunos patrones de Casos de Uso (JIMÉNEZ 2006)
Informe de Preevaluación	Equipo de Evaluación	Estudio previo al comienzo de las pruebas que permite asignar pesos a las características de calidad que serán evaluadas a lo largo del proceso de pruebas, mediante la asignación de pesos a cada subcaracterística (BETANCOURT and HERNÁNDEZ 2007)
Cronograma del Proyecto	Gestor de Proyecto	Cronograma que contiene las principales actividades a realizar en el plazo pactado, los recursos asignados a las mismas y los porcentajes de completamiento de dichas tareas (NIETO 2007).

Tabla 2 . Entradas al proceso de pruebas.

### 2.2.3. Salidas

Nombre	Responsable	Descripción
Informe de Resultados de las Pruebas	Grupo Independiente de Pruebas	Este informe contiene un resumen de las estadísticas relacionadas con las pruebas, la clasificación de las anomalías detectadas, un resumen de las anomalías con mayor frecuencia, una lista de posibles causas y una propuesta de acciones a la gerencia para mitigar estas causas.

---

**Tabla 3. Salida del proceso de pruebas****2.2.4. Descripción de los principales subprocesos**

Los principales subprocesos del proceso de Pruebas, son los que se exponen en la siguiente lista, de ellos, serán modelados en este trabajo los que aparecen en negritas, pues los demás ya se encuentran definidos como parte de otras investigaciones internas del proyecto:

- **Conceptualización de las pruebas.**
- **Preparación del Ambiente de Pruebas.**
- Planificación la Etapa de Pruebas.
- Capacitación.
- **Especificación de las pruebas.**
- **Ejecución del las pruebas.**
- **Análisis de Anomalías detectadas.**
- Ejecución de los Cambios.
- **Comprobación de la ejecución de cambios.**
- **Análisis de los Resultados de las Pruebas.**

A continuación se mostrarán los diagramas para cada uno de estos subprocesos y una descripción general de su funcionamiento, pues a través del diagrama se puede observar en todos los casos, las actividades, artefactos y responsables de los mismos.

### 2.2.4.1. SP Conceptualización de las Pruebas

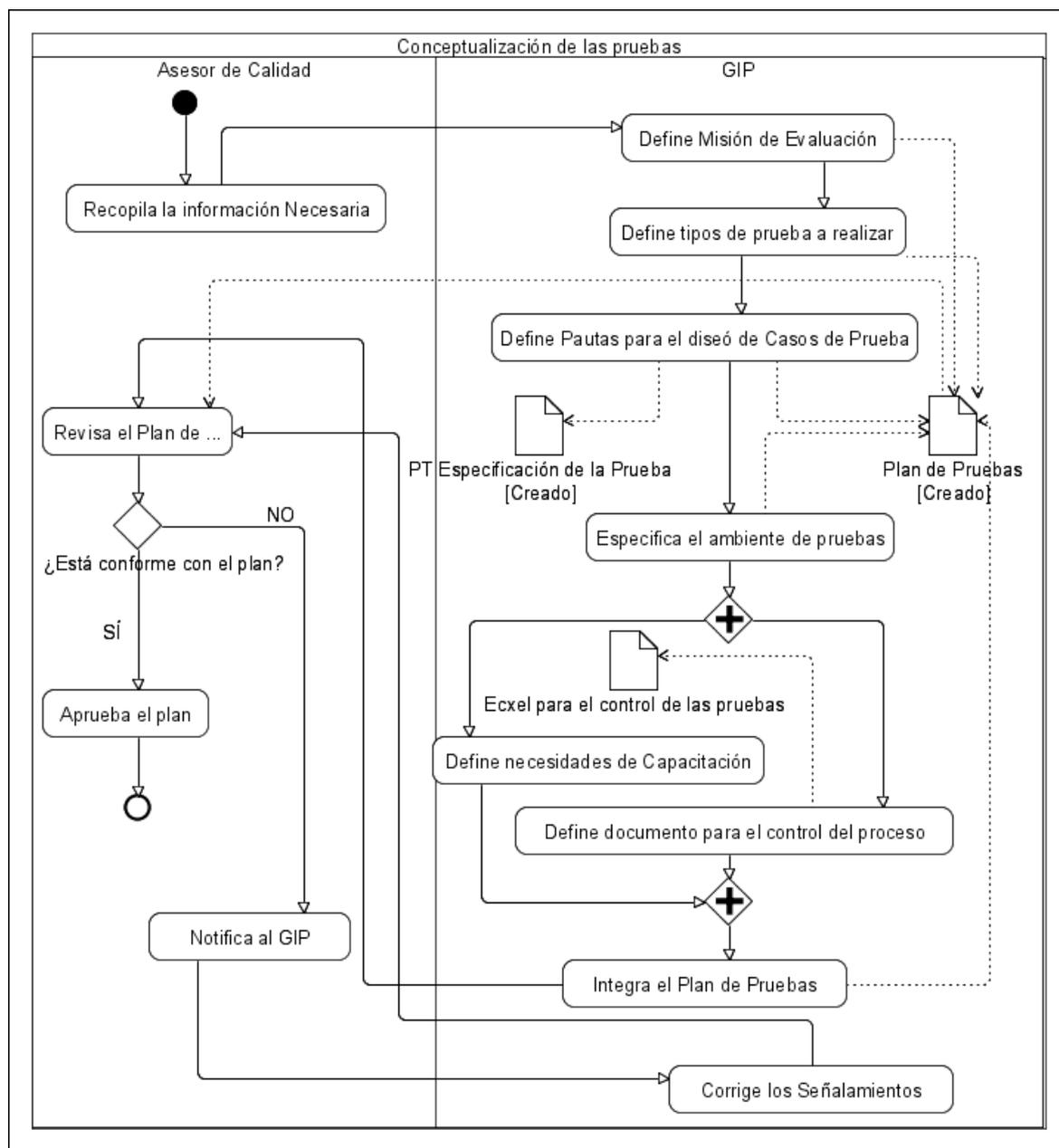


Figura 7. Diagrama SP Conceptualización de las Pruebas.

Durante este subproceso, se realiza un análisis e investigación profundos, para definir con claridad los objetivos de las pruebas, los tipos de prueba a ser aplicadas, los métodos para el diseño de Casos de Prueba, las pautas para el diseño de los mismos, las necesidades de capacitación, las características del ambiente de pruebas, entre otros aspectos, que se recogen en el **Plan de Pruebas**, principal artefacto que se genera en este subproceso, que debe ser revisado y aprobado por el Asesor de Calidad y discutido con la dirección del proyecto, pues el mismo, se irá refinando durante el proceso de pruebas y a partir de su aprobación se convertirá en el documento rector de las pruebas.

### 2.2.4.2. SP Preparación del Ambiente de Pruebas

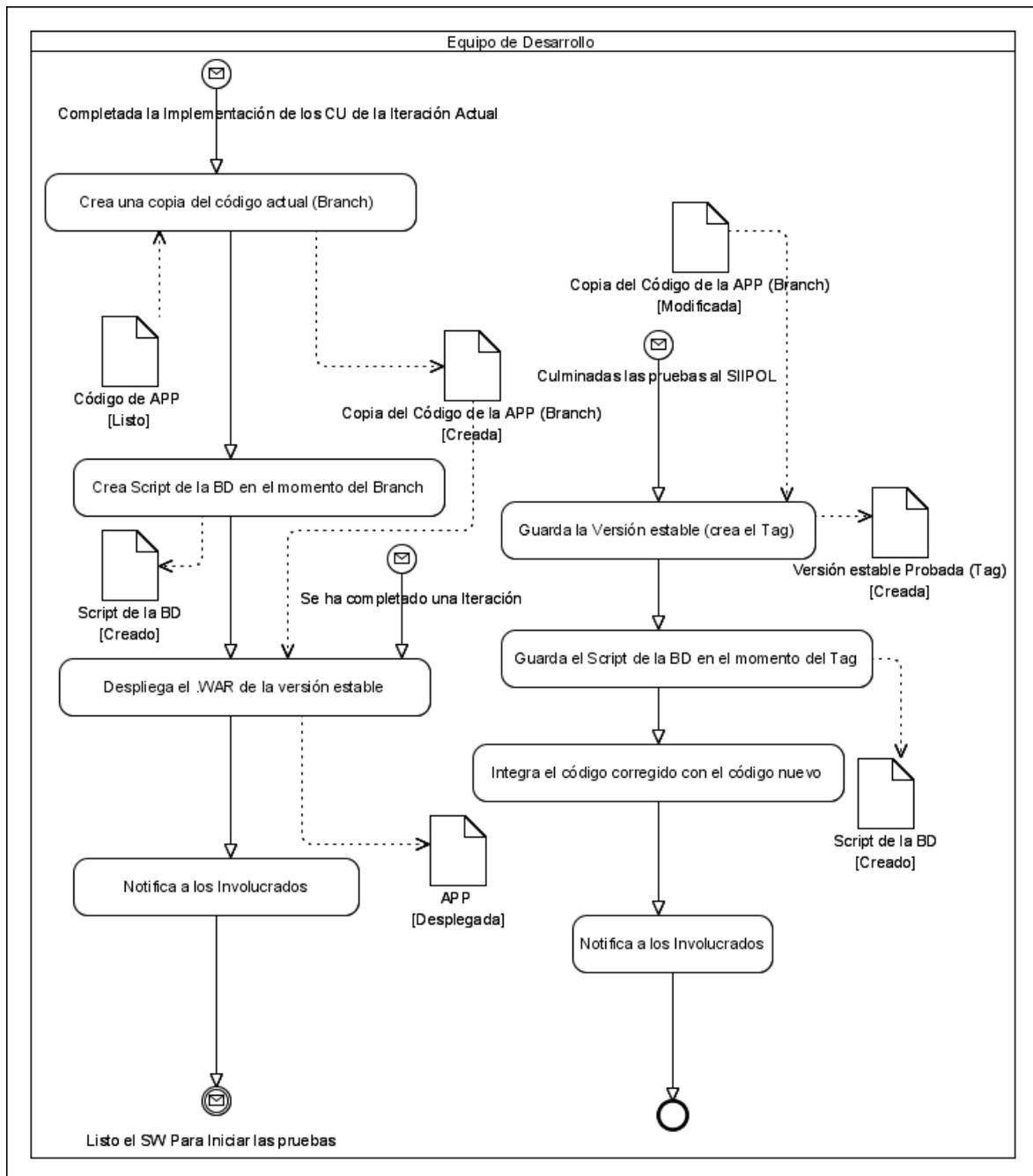


Figura 8. Diagrama SP Preparación del Ambiente de Pruebas.

Este subproceso se inicia cuando se ha confirmado la terminación de los CU definidos para la iteración en cuestión, dicha confirmación la realizan los Jefes de Módulo a través del parte semanal que se entrega a la Planificadora y a la Líder del Proyecto.

En la **Figura 9** se muestra un esbozo de cómo se va realizando el proceso de pruebas sobre el trunk (Arquitectura CICPC) de la aplicación, el cual no deja de crecer, pues la programación de iteraciones posteriores no se detiene, solamente se separa una versión

estable para ser probada y de ese modo la introducción de código nuevo no generará errores, por tanto las correcciones de defectos se deben realizar en la copia de la versión estable (Branch), para luego de haber corregido todos los defectos detectados, se realice una salva de la versión estable probada (Tag) y de la BD tal y cómo estaba en ese momento, finalmente se une el código corregido con el nuevo (Merge) y de este modo se continúa trabajando hasta que finalice la iteración siguiente y se deban probar otra vez los CU.

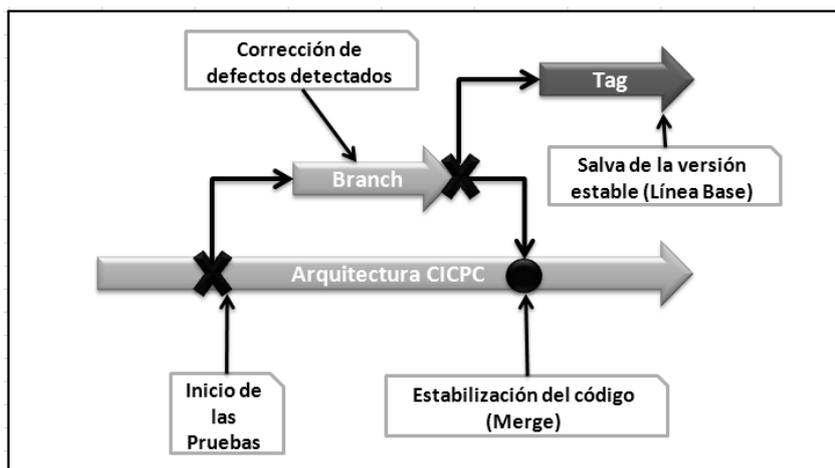


Figura 9. Procedimiento general para el control de versiones y corrección de defectos durante las pruebas.

### 2.2.4.3. SP Especificación de las pruebas

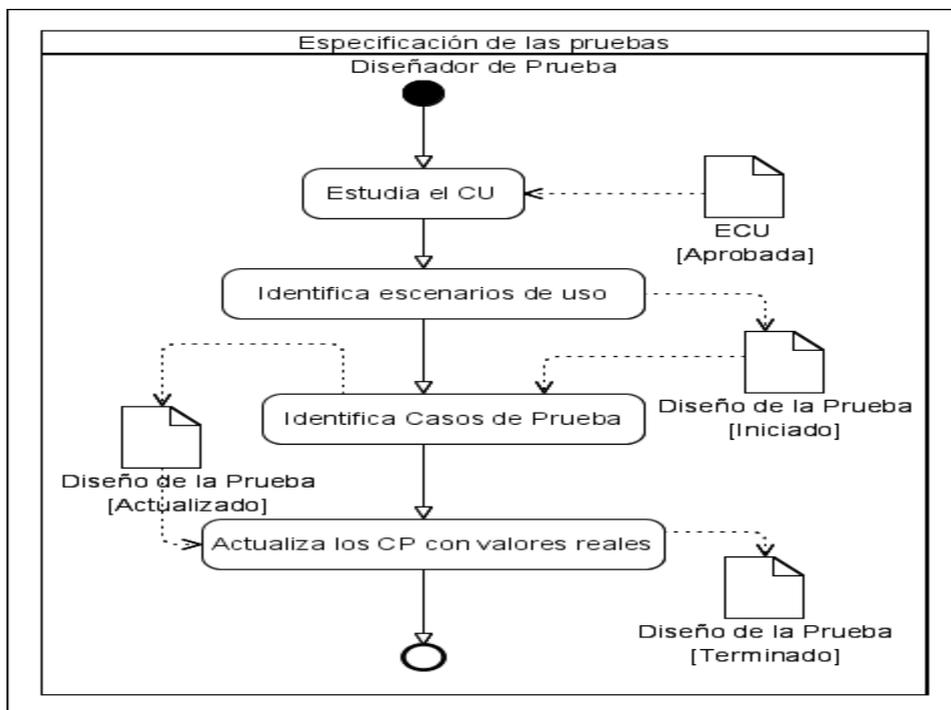


Figura 10. Diagrama SP Especificación de las pruebas

A través de este subproceso se especifican las pruebas, es decir, se diseñan los Casos de Prueba a ser ejecutados para cada uno de los Casos de Uso, previo al inicio del diseño de Casos de Uso como tal, se plantea el estudio del CU, como parte vital de este subproceso, ya que si el Diseñador de Prueba no se apropia del conocimiento de éste, resulta imposible pensar que obtendrá un diseño con calidad, por tanto, en el desarrollo del SIIPOL se plantea la realización de talleres entre Analistas de Sistema y Diseñadores y Analistas de Prueba, los mismos, teniendo en cuenta que en su mayoría los Diseñadores de Prueba son estudiantes, se realice de forma evaluativa y tribute a una nota de un curso del **Perfil de Calidad**, en dicho taller se evalúa si los diseñadores se han apropiado correctamente del conocimiento que se encuentra en la ECU. Luego de estos talleres, se inicia el diseño de los Casos de Prueba, el cual se entrega y es evaluado también como un “Trabajo Práctico” más del curso. Todo esto permite imprimirle mayor seriedad al trabajo que se realiza y además contribuye al aseguramiento de la calidad de los artefactos que se generan en el proceso de pruebas.

La plantilla en la que se recoge el diseño, se muestra en el **Anexo 4**.

#### 2.2.4.4. SP Ejecución de las Pruebas

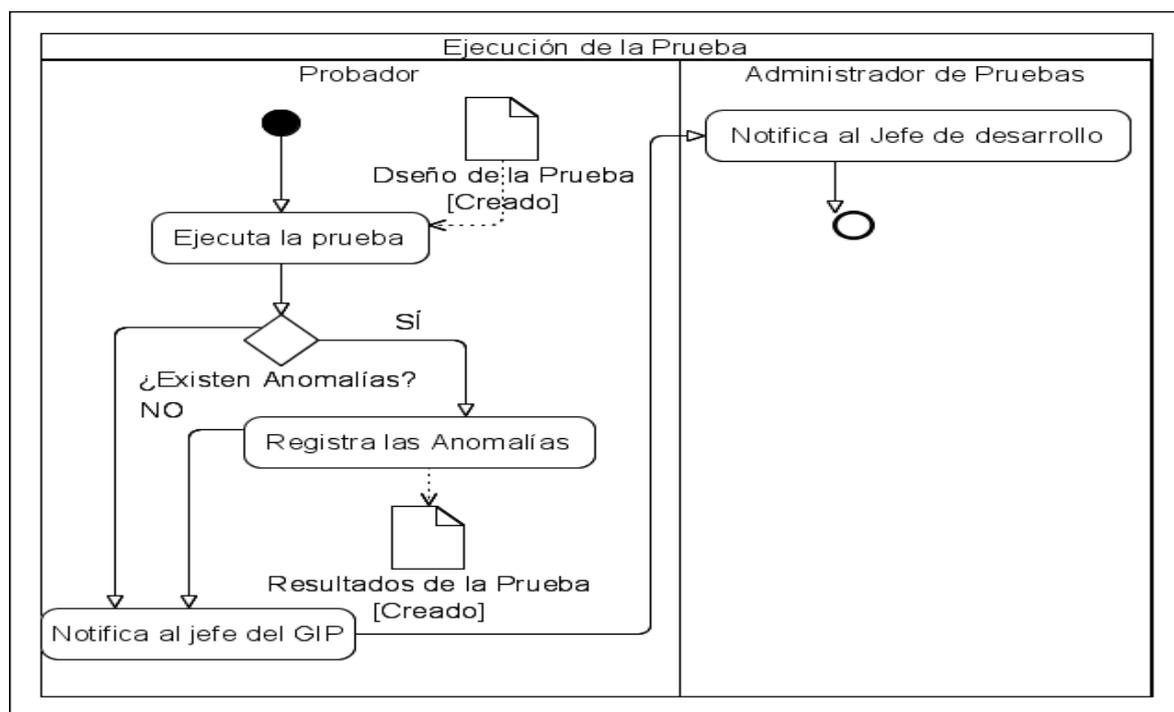


Figura 11. Diagrama SP Ejecución de las Pruebas.

Este subproceso muestra las actividades ejecutadas por el probador durante la ejecución de la prueba, el artefacto que se genera a través de este subproceso son los **Resultados de las Pruebas**, que en cuestión es el registro de Anomalías detectadas durante la prueba, de las cuales se recoge, para cada CU que se prueba:

- **Número:** Se refiere a la enumeración consecutiva de las anomalías.
- **ID del Caso de Prueba:** Identificador del CP que propició la detección de la anomalía.
- **Descripción de la Anomalía:** Descripción textual de la anomalía detectada.
- **Etapas de Detección:** Etapa en la que se detectó la anomalía, siempre poniendo la iteración de pruebas en la que fue detectada.
- **Importancia de la Anomalía:** Representado por tres columnas en las que se escribe una “X” en dependencia si es: Significativa, No Significativa o Recomendación.
- **Estado de la Anomalía:** Se escribe “Pendiente” por respuesta del equipo de desarrollo (PD) cuando el probador Registra la anomalía.

Para reutilizar el conocimiento acumulado en la Dirección de Calidad de la Universidad, se ha ajustado la plantilla que se utiliza en el Laboratorio de Liberación de la Universidad para ser usada en el proyecto, realizando pequeños ajustes a la misma, los cuales se describen a continuación:

- Se separa el diseño de Casos de Pruebas en otra plantilla, debido a que existen CU muy complejos, que contienen muchos Casos de Prueba y por tanto el documento se vuelve muy extenso, y como la sección para el registro de Anomalías se encuentra al final, pues es incómodo para el probador tener que estar recorriendo prácticamente el documento una y otra vez durante la prueba para ver los Casos de Prueba y registrar las anomalías. Para el registro de las Anomalías se utiliza en el proyecto la plantilla que se muestra en el **Anexo 3**.
- Eliminación de la columna “Elemento”, debido a que existe un documento para cada Caso de Uso.
- Eliminación de la columna “Aspecto correspondiente”, pues con la explicación de la Anomalía se considera necesaria la información para ser entendida la misma.
- Incorporación de la columna “ID del CP”, que se refiere al identificador del Caso de Prueba que propició la detección de la anomalía, para facilitar la trazabilidad de los Casos de Prueba a lo largo de las pruebas.

### 2.2.4.5. SP Análisis de Anomalías detectadas

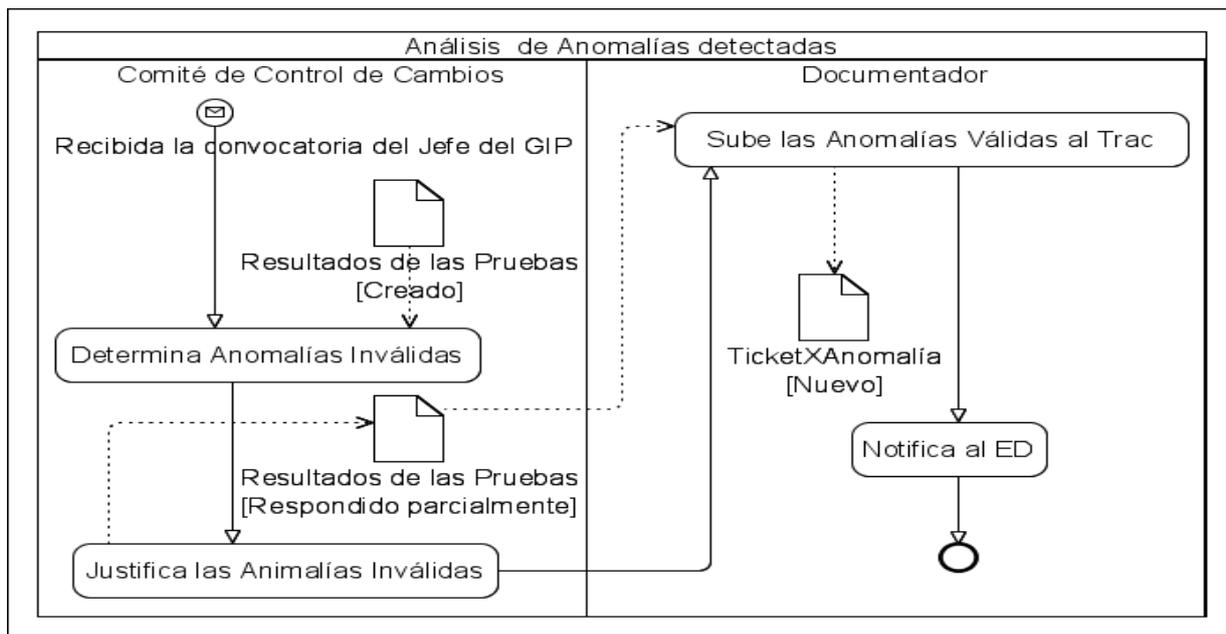


Figura 12. Diagrama SP Análisis de los resultados

Para evitar que la corrección arbitraria de las anomalías detectadas durante las pruebas afecte el desarrollo de otros componentes del software, se deben analizar las mismas, luego de detectadas por los probadores, para evaluar el impacto que pueda tener la corrección de las mismas y determinar las anomalías que no proceden, de esta manera solo se crean tareas para las anomalías que el Comité de Control de Cambios ha determinado que proceden.

Es necesario que participe siempre en este subproceso un integrante del GIP, preferiblemente el probador que detectó las anomalías que se encuentran en análisis, en el desarrollo del SIIPOL se ha determinado que el rol de Documentador en este caso lo debe ocupar la persona que detectó las anomalías.

Como resultado final de este subproceso, se responden parcialmente los resultados de las pruebas, pues se justifican cada una de las anomalías que no proceden en la columna "Respuesta del ED" de la plantilla del **Anexo 3**.

### 2.2.4.6. SP Comprobación de la ejecución de los cambios

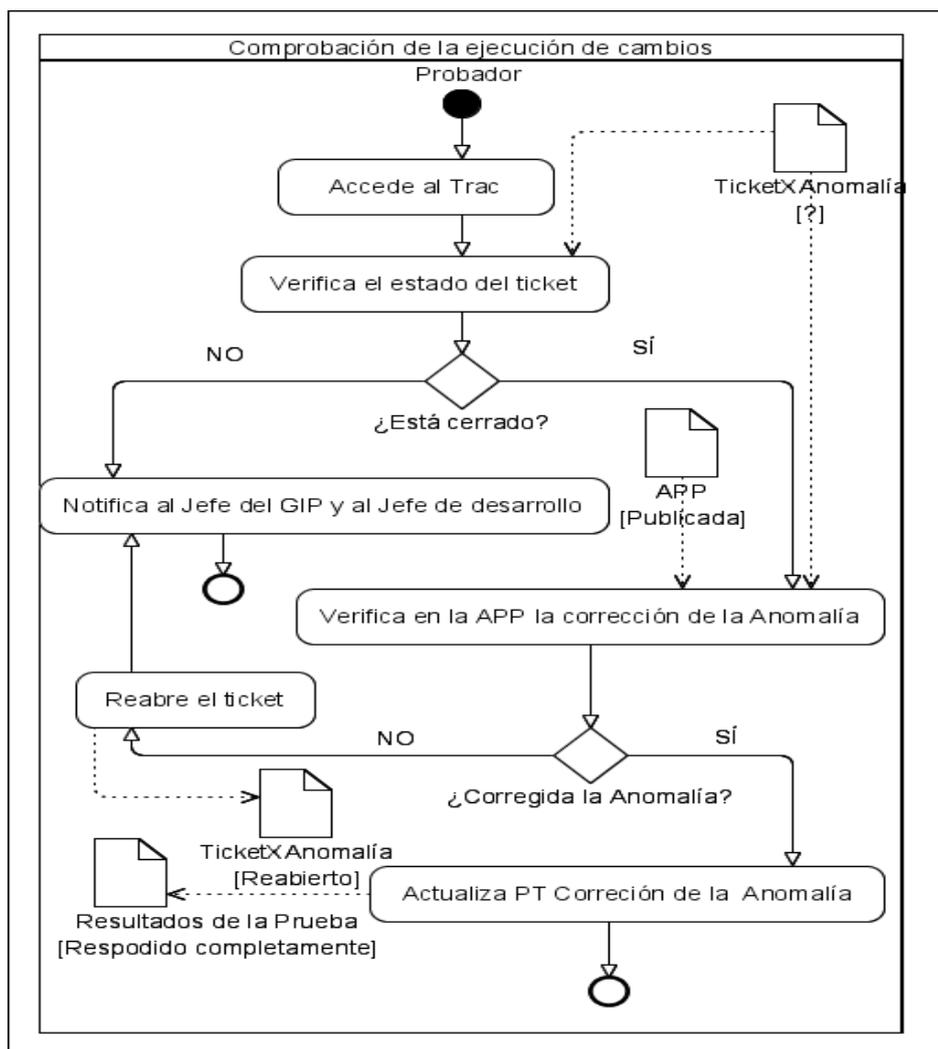


Figura 13. Diagrama SP Comprobación de la ejecución de los cambios

Luego de corregidas las anomalías, es necesario comprobar si realmente fueron eliminadas, para esto los miembros del equipo de desarrollo, deben responder los tickets asignados y notificar al GIP, luego comienza a ejecutarse el subproceso que se muestra en este epígrafe, en el cual participa el Probador, que se encarga de verificar el estado de los tickets en el Trac y si los mismos ya se encuentran en estado “cerrado”, pues el probador debe acceder a la APP y verificar si es cierto que fue corregida la anomalía, de lo contrario, se debe notificar que fue una “Falsa alarma”, siguiendo el curso anterior, luego del probador acceder a la APP, si la anomalía realmente fue corregida, entonces actualiza el documento “Registro de Anomalías detectadas” y termina, pero si no fue corregida la anomalía, el probador reabre el ticket y notifica que la anomalía aun está vigente, al jefe del GIP y al Jefe de Desarrollo.

### 2.2.4.7. SP Análisis de los resultados de las pruebas

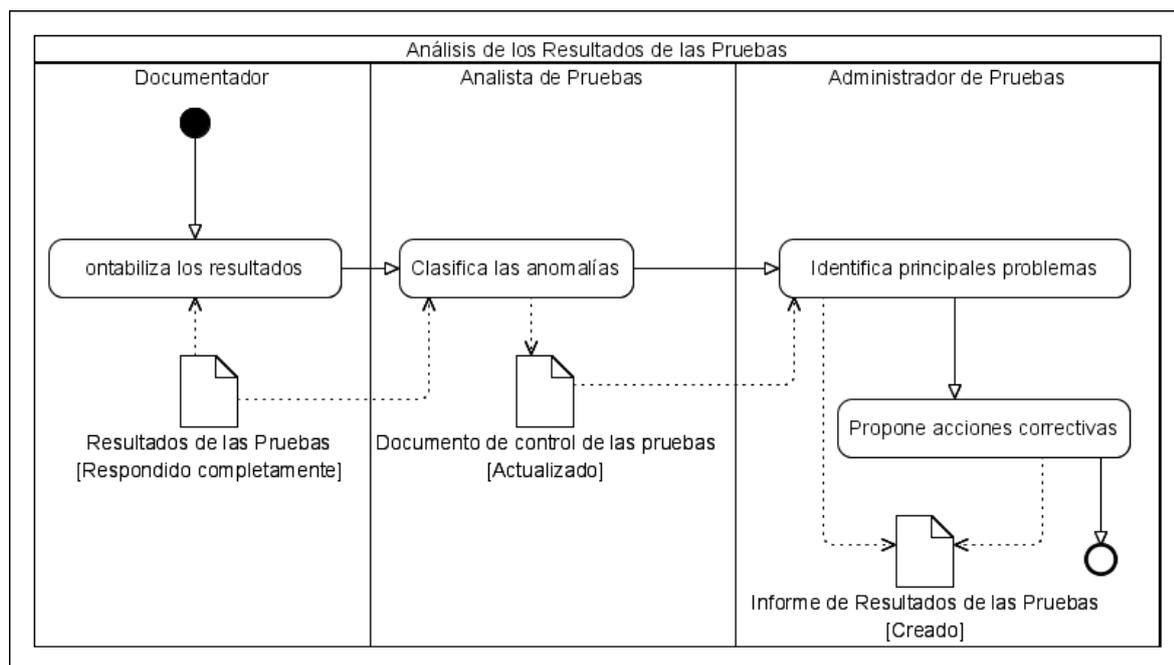


Figura 14. Diagrama SP Análisis de los resultados de las pruebas

Como uno de los aspectos más importantes del proceso de Pruebas que se define en el desarrollo del SIIPOL, se define el presente subproceso, que se encarga del análisis de las anomalías detectadas durante las pruebas, para determinar los principales tipos de anomalías detectadas y a partir de esto, identificar causas potenciales que las pudieron originar, finalmente se plantea la propuesta de acciones correctivas a ser aplicadas para la erradicación de los problemas. Con el presente subproceso se genera el **Informe de Resultados de las Pruebas**, el cual tiene como objetivo fundamental, apoyar a la gerencia del proyecto en la toma de decisiones y contribuir al mejoramiento continuo del proceso de Pruebas a los requisitos.

### 2.2.5. Método empleado para el diseño de Casos de Prueba

El diseño de Casos de Prueba se realizó teniendo en cuenta un mecanismo que consta de tres pasos fundamentales, y se basa principalmente en la Especificación de Casos de Uso. A continuación se explica en detalles dicho mecanismo (LÓPEZ, FELICIDAD PADILLA 2005):

Para generar los Casos de Prueba primero se generan todos los posibles escenarios, o caminos de ejecución, de cada Caso de Uso. Después, se identifican los Casos de Prueba a partir de esos escenarios y, por último, se identifican los valores a probar de cada Caso de Prueba.

Tomando como punto de partida los Casos de Uso y su descripción, se obtendrán al final una Lista de Casos de Prueba, con los valores que deben probar y los resultados esperados para cada caso.

La parte más importante de un Caso de Uso para generar los Casos de Prueba es el flujo de eventos. Las dos partes principales del Flujo de Eventos son el Flujo Básico de Eventos y los Flujos Alternativos de Eventos. El Flujo Básico de Eventos debe cubrir lo que sucede "normalmente" cuando se realiza el Caso de Uso. Los Flujos Alternativos de Eventos cubren el comportamiento de una opción o excepción relativa al comportamiento normal, además de variaciones de este. Se puede pensar en los Flujos Alternativos como "desvíos" del Flujo Básico de Eventos.

Hay una cosa más que describir antes de centrarse en cómo los Casos de Uso pueden usarse para generar los Casos de Prueba, es el Escenario del Caso de Uso. Un Escenario de un Caso de Uso es un caso de un Caso de Uso, o un "camino" completo a través del caso de uso. Los usuarios finales del sistema completo pueden seguir muchos caminos cuando ejecutan la funcionalidad especificada en el caso de uso. Siguiendo el flujo básico sería un escenario. Siguiendo el flujo básico más el alternante, el flujo sería otro.

La parte más importante de un caso de uso para la generación automática de un caso de prueba es el camino de ejecución. Este camino se divide en dos en el patrón: el camino principal o secuencia normal y los caminos alternativos o excepciones. El camino principal son los pasos que da el sistema si no surge ningún imprevisto ni error, mientras que los caminos alternativos son las variaciones que pueden surgir en distintos puntos del camino principal a causa de errores, rectificaciones, etc. Cada uno de estos caminos será llamado Escenario de Caso de Uso. Todos los Escenarios de Caso de Uso posibles serán utilizados como base para crear las pruebas.

Un Caso de Prueba será un conjunto de entradas con datos de prueba, unas condiciones de ejecución, y unos resultados esperados.

El propósito de un Caso de Prueba es identificar y comunicar las condiciones que se llevarán a cabo en la prueba. Los casos de la prueba son necesarios para verificar la aplicación exitosa y aceptable de los requisitos del producto (Casos de Uso).

A continuación se describirán en detalle los pasos a seguir para el diseño de Casos de Prueba:

- Para cada Caso de Uso, generar un sistema completo de escenarios.
- Para cada escenario, identificar por lo menos un Caso de Prueba y las condiciones que hagan que "se ejecute".

- Para cada Caso de Prueba, identificar los valores de los datos con los cuales se hará la prueba.

**Primer Paso:** Generar los Escenarios de Uso.

Se realiza un estudio de la descripción textual del Caso de Uso y se identifican todas las combinaciones posibles de caminos de ejecución del Caso de Uso, es decir, todas las combinaciones posibles entre el camino principal y los caminos alternativos y se le asigna un nombre. Cada combinación será un Escenario de Uso.

**Segundo Paso:** Identificar los Casos de Prueba.

Una vez que se han identificado todos los escenarios, el próximo paso es identificar los Casos de Prueba. Se puede hacer esto analizando los escenarios y repasando también la descripción textual del Caso de Uso. Debe haber un Caso de Prueba por lo menos para cada escenario, pero probablemente existirán más.

El paso siguiente para obtener los Casos de Prueba es releer la descripción textual del Caso de Uso y encontrar las condiciones o los elementos de datos requeridos para ejecutar los distintos escenarios.

En este punto, se estudia la Descripción del Caso de Uso de partida y se extrae las condiciones o valores requeridos para la ejecución de los distintos escenarios.

Para documentar los Casos de Prueba claramente, se utiliza un formato de matriz, como el del **Anexo 5**. Como notifica la fila superior: la primera columna contiene la identificación del Caso de Prueba, la segunda columna tiene una breve descripción del Caso de Prueba, incluyendo el escenario que es probado, y el resto de columnas menos la última, contienen los elementos de datos que serán utilizados para poner las pruebas en ejecución. La última columna contiene una descripción de la salida prevista del Caso de Prueba.

Nótese que en esta matriz no se ha incorporado ningún valor de los datos realmente. Las celdas de la tabla contienen V, I, o N/A. V indica válido, I indica inválido, y N/A que no es necesario proporcionar un valor del dato en este caso, ya que es irrelevante. Esta matriz específica es un buen paso intermedio; muestra claramente qué condiciones están probándose para cada Caso de Prueba. También es muy fácil de determinar viendo las V's y las I's si se han identificado un número suficiente de Casos de Prueba. Además de los panoramas del "día feliz" en los cuales toda trabaja muy bien, cada fila en la matriz debe tener por lo menos una "I" al indicar una condición inválida que es probada.

Este paso intermedio en el que no se especifican aún los valores reales a probar, brindan flexibilidad y adaptabilidad a los CP diseñados, pues resulta sencillo aplicar la prueba en diferentes momentos del proceso y adaptar los datos reales al momento específico de la

prueba ya que los datos reales a utilizar pueden variar con facilidad en dependencia de la fase en la que se desee probar.

**Tercer Paso:** Identificar Valores de Datos para las Pruebas.

Una vez que todos los Casos de Prueba se han identificado, todos ellos deben separarse y validarse para asegurar exactitud e identificar los Casos de Prueba redundantes o que faltan. Entonces, una vez que sean aprobados, el paso final es sustituir los valores reales de los datos para las l'es y V's. Sin los datos, los Casos de Prueba (o métodos de prueba) no pueden ser implementados ni ejecutados; son sólo descripciones de condiciones, escenarios, y caminos. Por lo tanto, es necesario identificar valores reales que se utilizarán en la implementación de las pruebas finales. El **Anexo 6** muestra una matriz de Casos de Prueba con los valores sustituidos para el l'es y las V's en la matriz anterior.

Ya con todos los Casos de Prueba identificados, se revisan para asegurar su exactitud y localizar casos redundantes o la ausencia de algún caso. Por último, para cada escenario de caso de uso, se identifican sus valores de prueba. Los Casos de Prueba con sus valores de pruebas definitivos para el caso de uso Iniciar / Cerrar Sesión se recogen en el **Anexo 6**, como ejemplo.

Para detectar estos valores reales hay que definir previamente toda una fuente de datos sobre personas, perfiles, permisos, casos, objetos, armas, evidencias, experticias, etc., que se unificarán para simular una investigación lo más cercana posible a la realidad del trabajo del CICPC que permitirá probar los objetivos pactados con el cliente y de esta manera detectar la mayor cantidad de defectos para entregar al cliente un producto con alta calidad.

Para obtener los datos reales del caso de uso Iniciar / Cerrar Sesión se procedió a crear funcionarios y luego asignarles un usuario en el sistema.

Usando la metodología definida anteriormente para generar los Casos de Prueba, los diseñadores pueden simplificar el proceso de la comprobación, aumentar la eficacia, y esto les ayuda a asegurar la cobertura completa de la prueba.

### **Características principales del método utilizado**

- El objetivo es obtener un conjunto completo de pruebas del sistema que permitan garantizar que el sistema software cumple con la especificación funcional dada, lo cual permite asegurar su calidad.
- Parte de los requisitos funcionales del sistema y permite comenzar a desarrollar los Casos de Prueba del sistema en cuanto se comience a disponer los requisitos funcionales.
- Usa el análisis de los caminos posibles, bien mediante la descripción textual de los pasos del escenario o caso de uso, o mediante diagramas de estado.
- Los requisitos funcionales no tienen que cumplir de principio ningún requisito formal. A partir de una breve descripción en lenguaje natural ya se puede comenzar a trabajar.
- La derivación de pruebas del sistema a partir de los requisitos funcionales se realiza de manera automática y sistemática.
- La aplicación a los requisitos funcionales ayuda a validarlos, comprobando si son correctos y están completos desde las primeras fases de desarrollo.
- El nivel de dificultad de implantación de este método es muy bajo.

### **Ventajas y desventajas del método utilizado**

El trabajar directamente con Casos de Uso en lenguaje natural, en vez de traducirlos a una representación formal, permite obtener rápidamente Casos de Prueba, pero dificulta que este proceso pueda sistematizarse y automatizarse mediante herramientas. Tampoco incluye ninguna referencia a otro proyecto donde se haya aplicado.

La dificultad de implantación es baja, porque no requiere ningún formalismo sino se basa directamente en el lenguaje natural y solo necesita tres pasos para obtener un conjunto de Casos de Prueba a partir de un caso de uso.

#### **2.2.6. Artefactos generados durante el proceso**

A continuación se realiza un resumen de los principales artefactos que se generan en el proceso de pruebas, realizando para cada uno una pequeña descripción y se identifica el subproceso en el que se crean o modifican, por tal razón algunos se repiten, ya que en ciertos casos se están actualizando, en esos casos específicos, se escribe entre paréntesis la acción que se ha realizado sobre el artefacto.

Nombre del artefacto	Descripción	Subproceso que lo genera
Plantilla para la Especificación de la Prueba	Documento que recoge las pautas para el diseño de las pruebas, en el se plasma el diseño de los Casos de Prueba, existe un documento para cada caso de uso del sistema.	Conceptualización de las Pruebas
Excel para el control de las pruebas (Creado)	Es una o varias tablas (en el desarrollo del SIIPOL se emplea un libro de cálculo Excel) que tiene el formato para la recopilación de los datos necesario para el control del proceso.	Conceptualización de las Pruebas
Plan de Pruebas	Documento rector de las pruebas, contiene las definiciones que guías las pruebas.	Conceptualización de las Pruebas
Diseño de la Prueba	Se refiere a la plantilla para el diseño de las pruebas, luego de ser llenada por los diseñadores de prueba.	Especificación de las pruebas
Resultados de la prueba (creado)	Se refiere a la plantilla para el Registro de Anomalías detectadas, en ella se recogen los datos de dichas anomalías.	Ejecución de las pruebas
TicketXAnomalía	Entidad que se crea en la herramienta para el control de tareas (Trac), mediante la cual se le asignan las tareas a los programadores.	Análisis de Anomalías detectadas
Resultados de la prueba (respondido parcialmente)	Documento del Registro de las Anomalías detectadas	Análisis de los resultados de las pruebas

	luego de haber sido analizado por el Comité de Control de Cambios.	
Resultados de la prueba (respondido totalmente)	Documento del Registro de las Anomalías detectadas luego de haber sido corregidas todas las anomalías detectadas.	Comprobación de cambios
Documento para el control de las pruebas (actualizado)	Se refiere al documento que contiene el formato para la recopilación de los datos necesarios para el control de las pruebas	Análisis de los resultados de las pruebas
Informe de resultados de las pruebas	Este artefacto es el artefacto de salida del proceso de pruebas y se describe en el epígrafe 2.2.3	Análisis de los resultados de las pruebas

**Tabla 4. Artefactos generados en el proceso de pruebas**

### 2.3. Descripción del proceso de revisiones a la documentación asociada a los requisitos

Dada la información recopilada en el **Capítulo 1** y teniendo en cuenta que las revisiones a ejecutar durante el desarrollo del SIIPOL no deben ser demasiado pesadas, pero sí asegurar una correcta escritura de los requisitos y ejecución de las pruebas, se ha decidido estructurar un **Proceso de Revisiones Técnicas**, ya que la documentación a revisar son, en su mayoría, las ECU.

#### 1. Revisiones Técnicas

- De las revisiones planteadas en la investigación anterior realizada en el proyecto, serán aplicadas durante esta investigación las siguientes revisiones técnicas (ORTEGA MONTOYA and BLANCO ZAMORA 2007):
  - Revisión de la Especificación de Requisitos.
  - Revisión del Manual de Usuario.
- Para el desarrollo de las revisiones técnicas se debe estructurar un proceso que permita la correcta ejecución de las mismas.

Dicho proceso debe estar enfocado principalmente a la revisión de las ECU pero puede ser aplicado también a la revisión de los Manuales de Usuario, pues estos forman parte también de la documentación relacionada con los requisitos. Este proceso tiene muchos puntos en contacto con los subprocesos definidos en el proceso de pruebas, por tanto no todos se modelan en detalle, solo los más significativos y en algunos casos se asumen los subprocesos del procesos de pruebas, dejando siempre claro los detalles que poseen de diferencia, a continuación se presenta el diagrama general del **Proceso de Revisión a los Requisitos**:

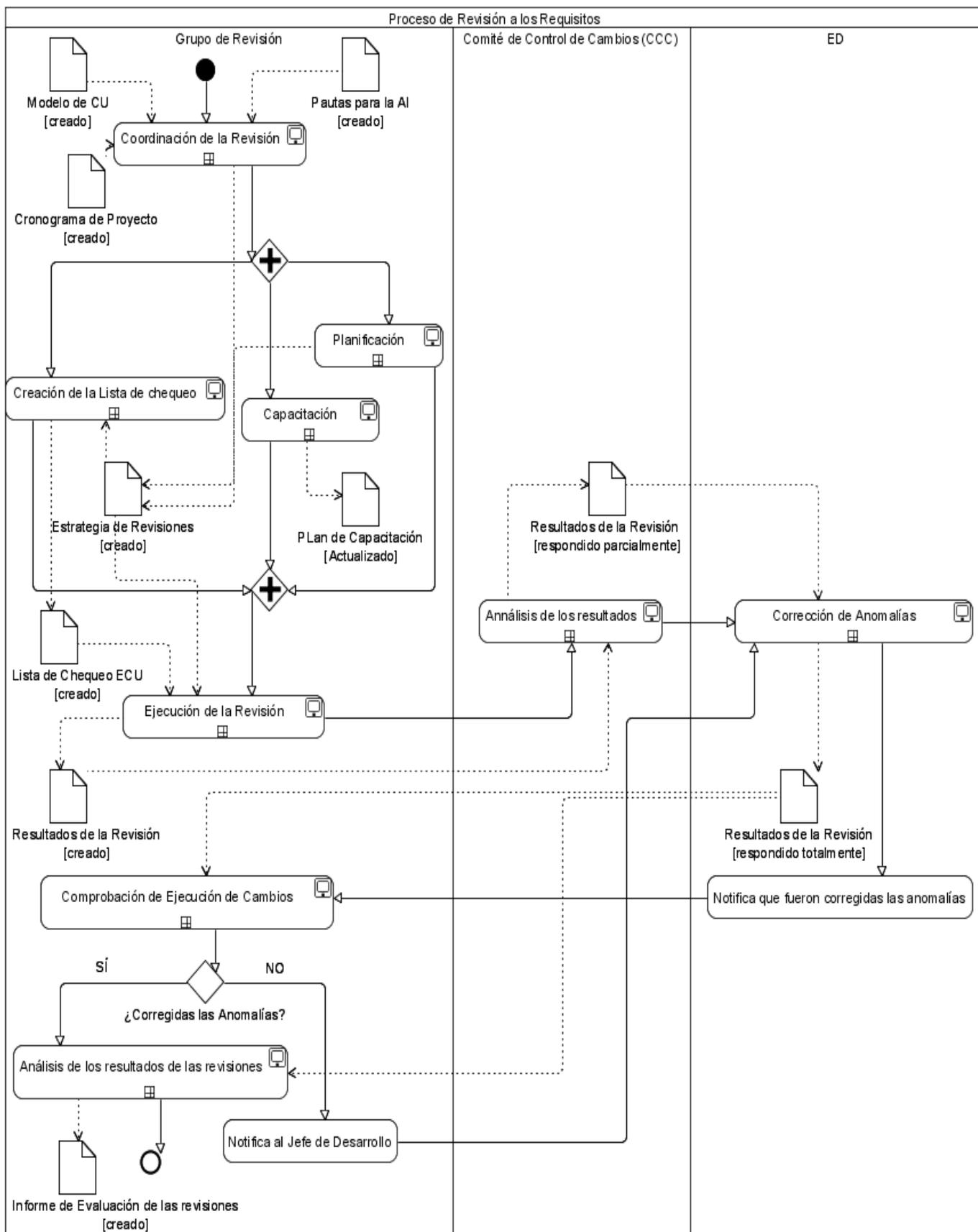


Figura 15. Proceso de Revisión a los Requisitos

### 2.3.1. Objetivo

Comprobar que los requisitos se han escrito correctamente (cumpliendo con los estándares establecidos) para lograr un mayor entendimiento de los mismos, así como la facilidad de aprobación cuando estos lleguen a manos del cliente.

### 2.3.2. Entradas

Nombre	Responsable	Descripción
Modelo de Casos de Uso	Equipo de Análisis	Contiene los diagramas de Casos de Uso así como las especificaciones de los mismos, así como otros documentos estándares que se emplean la definición de mensajes y plantillas de especificación de algunos patrones de Casos de Uso (JIMÉNEZ 2006)
Pautas para la arquitectura de Información	Equipo de Arquitectura de Información (AI)	Documento que recoge las pautas para la creación de pantallas en Microsoft Visio, dejando claro los ejemplos correctos e incorrectos (RUEDA 2006)
Cronograma del Proyecto	Gestor de Proyecto	Cronograma que contiene las principales actividades a realizar en el plazo pactado, los recursos asignados a las mismas y los porcentajes de completamiento de dichas tareas (NIETO 2007).

Tabla 5. Entradas al Proceso de Revisión a los Requisitos

### 2.3.3. Salidas

Nombre	Responsable	Descripción
Informe de Resultados de las Revisiones	Grupo de Revisiones	Este informe contiene un resumen de las estadísticas relacionadas con las revisiones, la clasificación de las anomalías detectadas, un resumen de las anomalías con mayor frecuencia, una lista de posibles causas y una propuesta de acciones a la gerencia para mitigar estas causas.

Tabla 6. Salida del Proceso de Revisión a los Requisitos

### 2.3.4. Descripción de los principales subprocesos

Los principales subprocesos del proceso de Revisión, son los que se exponen en la siguiente lista, de ellos, serán modelados en este trabajo los que aparecen en negritas, pues los demás ya se encuentran definidos como parte de otras investigaciones internas del proyecto o poseen gran similitud con los subprocesos del proceso de pruebas, cada uno de los casos se explica en este epígrafe:

1. **Coordinación de la Revisión**
2. Planificación
3. Capacitación
4. **Creación de la Lista de chequeo**
5. **Ejecución de la Revisión**
6. **Análisis de los resultados**
7. Corrección de Anomalías
8. **Comprobación de Ejecución de Cambios**
9. **Análisis de los resultados de las revisiones**

A continuación se mostrarán los diagramas para cada uno de estos subprocesos y una descripción general de su funcionamiento, pues a través del diagrama se puede observar en todos los casos, las actividades, artefactos y responsables de los mismos.

Los subprocesos subrayados, debido a su similitud con los subprocesos expuestos en el proceso de Pruebas a los Requisitos, no poseen un diagrama, solo se explican brevemente y se menciona los pequeños ajustes que posee con respecto al diagrama de subproceso homólogo.

#### 2.3.4.1. SP Coordinación de la Revisión

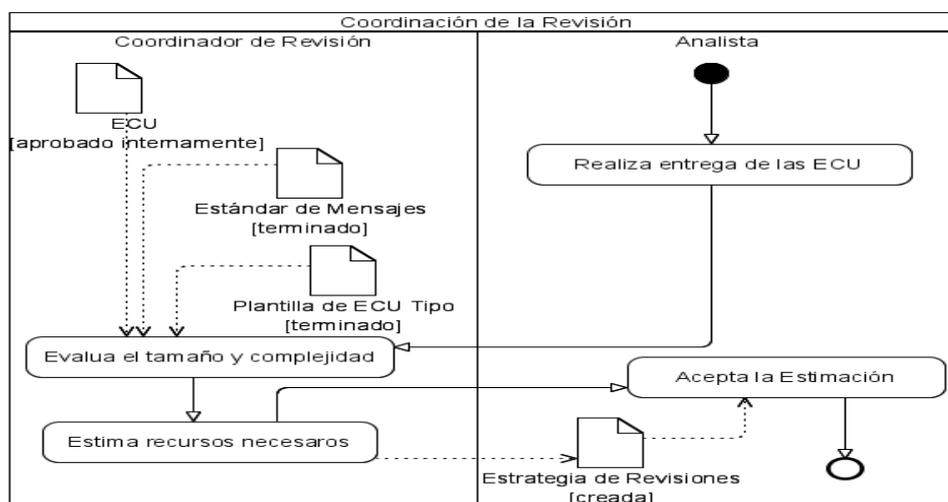


Figura 16. Diagrama SP Coordinación de la Revisión

Durante este subproceso el coordinador de revisiones y el responsable de el documento a revisar, en este caso el Analista, realizan la entrega formal de la documentación y definen los recursos necesarios teniendo en cuenta las necesidades y recursos de ambas partes, el Coordinador de Revisiones debe estimar el esfuerzo necesario para cumplir con las limitaciones de tiempo que especifique el Analista teniendo en cuenta los recursos con los que se cuenta a partir de las capacidades necesarias para ejecutar la revisión a las ECU. Como resultado de este subproceso se crea la primera versión de la Estrategia de revisiones, documento rector del proceso de revisiones.

#### 2.3.4.2. SP Creación de la Lista de Chequeo

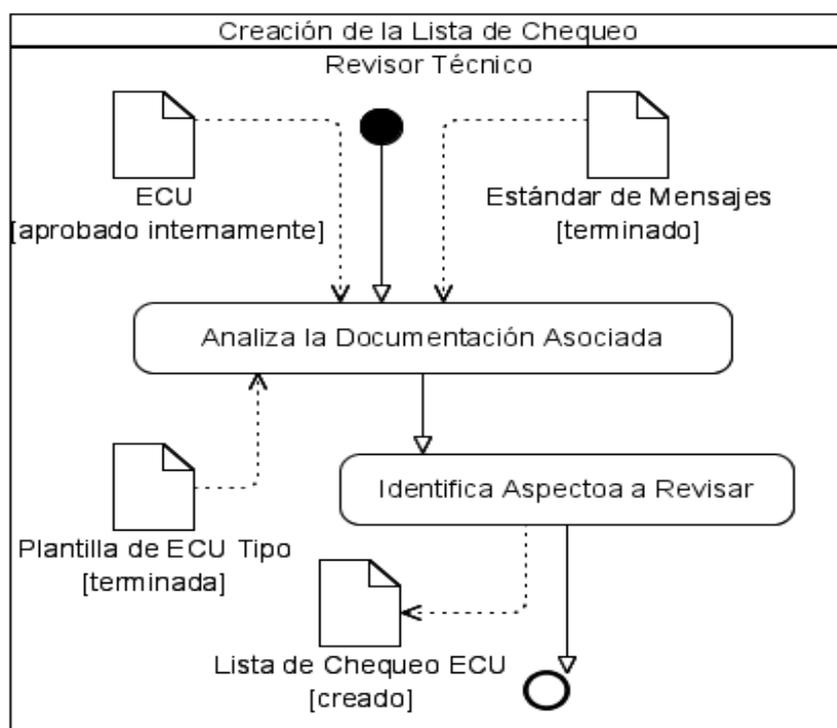


Figura 17. Diagrama SP Creación de la Lista de Chequeo

Este paso resulta imprescindible en el proceso de Revisiones, pues de la profundidad de su ejecución depende en gran medida la efectividad del proceso, pues mientras más aspectos necesarios se revisen, mayor calidad se logrará y menor será el número de anomalías que se detecten en las revisiones de liberación.

En el desarrollo de las revisiones a las ECU del SIIPOL, se ha confeccionado una lista de chequeo que abarca todos los aspectos implícitos en el documento a revisar, desde la parte inicial, hasta el diseño de las pantallas (IU), pues en ella se incluyen las pautas de la Arquitectura de la Información, que son la guía empleada para el diseño de las IU.

No es objetivo del presente trabajo profundizar sobre las mejores herramientas para la realización de revisiones, se asume el uso de la lista de chequeo porque ya otras investigaciones habían definido las mismas como herramientas para las revisiones a la documentación en el SIIPOL.

#### **2.3.4.3. SP Ejecución de la Revisión**

La ejecución de la Revisión es muy similar al subproceso “Ejecución de las pruebas”, definido en el **epígrafe 2.2.4.4**, con la diferencia de que:

- Los roles que intervienen son, el revisor (por el probador) y el Coordinador de Revisiones (Por el Administrador de pruebas).
- La guía para la ejecución de las revisiones no son los Diseños de Prueba, sino la **Lista de Chequeo para las ECU**.
- Lo obtenido son los Resultados de las Revisiones, solo se cambia el nombre, porque el documento utilizado para registrar las anomalías detectadas es el mismo.
- Cuando se hace referencia al GIP, en este caso sería “Grupo de revisiones”
- Lo que se revisa son las ECU, no la APP, por tanto cuando dice que se accede a la APP, significa que se está accediendo a la ECU.

Se debe destacar en el desarrollo del SIIPOL, para lograr mayor calidad durante la ejecución de las revisiones se crearon equipos de revisiones, compuestos por cuatro revisores donde cada uno debía revisar aspectos específicos de la lista de chequeo, ya que la misma, por su gran tamaño, se tornaba difícil de memorizar.

#### **2.3.4.4. SP Análisis de los resultados**

El análisis de los resultados se realiza de manera muy similar al subproceso definido en el **epígrafe 2.2.4.5**, solamente se diferencian en que la entrada para ese subproceso no son los resultados de las prueba, sino los resultados de las revisiones.

#### **2.3.4.5. SP Comprobación de la ejecución de Cambios**

El presente subproceso resulta muy similar al descrito en el **epígrafe 2.2.4.6**, con la diferencia de que éste es ejecutado por el Revisor, la comprobación se realiza sobre la ECU y la plantilla que se llena es la del resultado de las revisiones.

#### **2.3.4.6. SP Análisis de los resultados de las Revisiones**

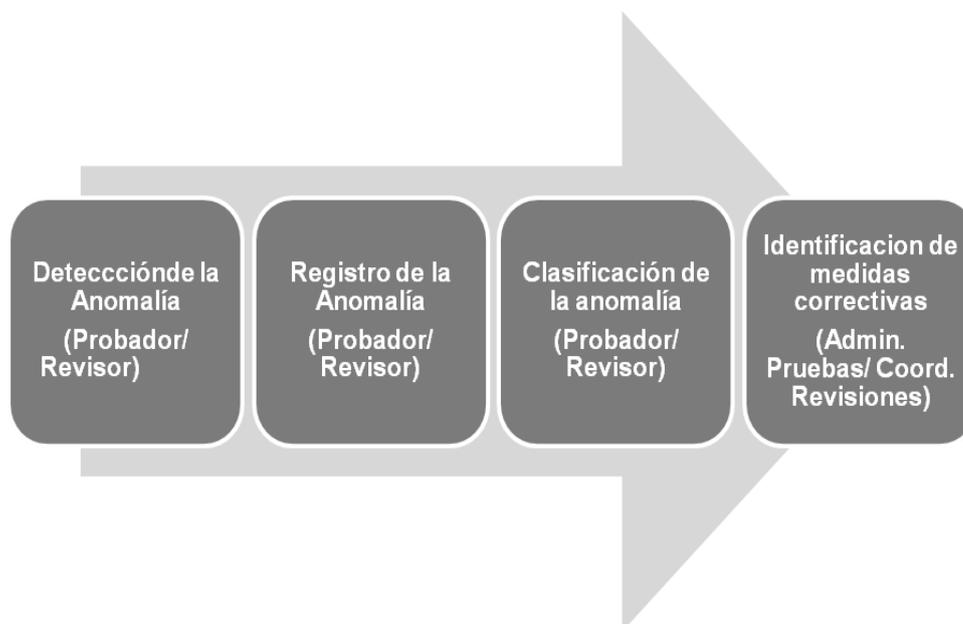
Si se observa detenidamente la figura que se explica en el **epígrafe 2.2.4.7**, se tendrá una idea clara del subproceso que se describe aquí, simplemente cambian los nombres de los roles y artefactos, pues para el caso de las revisiones, participan el Revisor Técnico (en lugar del Analista de pruebas) y el Coordinador de revisiones (en lugar del

Administrador de pruebas), por otra parte los artefacto mencionados son todos pertenecientes a las revisiones y no a las pruebas.

## 2.4. Análisis de anomalías

La presente estrategia no escapa de la necesidad de analizar las anomalías detectadas durante los procesos de revisión y prueba de los requisitos, por tal motivo, se realiza el estudio del estándar IEEE std 1044, a partir del cual se asumen algunas de las clasificaciones que este muestra y se adapta su proceso para la clasificación de las anomalías, dicho proceso será ejecutado por diferentes roles, ya que el Probador o revisor es quien detecta y clasifica las anomalías el administrador de pruebas o el Coordinador de revisiones se encarga del análisis de las mismas, buscando, luego de detectar los principales errores las medidas correctivas que deben ser aplicadas a diferentes niveles, contribuyendo de ese modo a la mejora de los procesos de prueba y revisiones a los requerimientos y brindándole a la gerencia la identificación de los principales problemas detectados en las pruebas con propuestas de medidas a ser tomadas para mejorar la calidad de los productos.

De forma general el **Proceso de Clasificación de Anomalías**, quedaría como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 18. Proceso de Clasificación de Anomalías**

Este proceso está compuesto por una secuencia de pasos, mediante los cuales se detectan, registran y clasifican las anomalías, y además se identifican las medidas correctivas que deben aplicarse. Los responsables de la realización de estas actividades se muestran entre paréntesis al final del nombre de cada una de ellas, nótese que

---

aparecen siempre dos roles, uno correspondiente al proceso de Pruebas (el primero) y el otro correspondiente al proceso de Revisiones (el segundo).

### **2.4.1. Clasificaciones empleadas**

A continuación se exponen las clasificaciones fundamentales para las anomalías que se detectaron en el desarrollo del SIIPOL, separados en los dos procesos fundamentales (Procesos de Revisión y Pruebas).

#### **2.4.1.1. Clasificaciones para la documentación a revisar**

Las siguientes clasificaciones se pueden aplicar a las actividades de Revisión, Inspección y Auditoría.

Es necesario aclarar que las clasificaciones que propone el estándar (IEEE\_1044 1993) no son exactamente las que se asumen en el desarrollo del SIIPOL, sino una adaptación de las mismas a las características específicas del proceso en cuestión, quedando como se muestra a continuación:

No	Clasificación	Identificador	Descripción
<b>Problemas de documentación</b>			
1	Ambigüedad	AD	Se refiere a que lo que se describe en el documento no está claro, ejemplo: cuando se refiere a una misma cosas de formas diferentes, cambiando el significado de la misma
2	Incompleto	DIP	Cuando no se termina el documento según lo definido, ejemplo: ausencia del resumen en una ECU
3	Incorrecto (para esta clasificación es necesario especializar más los tipos, para que de este modo se le pueda brindar la información a la gerencia con mayor exactitud)	DIC1 (Ej: Nombre) DIC2 (Ej: Resumen) DIC3 (Ej: Flujo Básico) DIC4 (Ej: Flujo Alterno) DIC5 (Ej: Requisitos) DIC6 (Ej: Diccionario de Datos)	Violación de la teoría relativa al documento, por ejemplo, en una ECU: cuando intervienen 2 o más actores en un CU y no se especifica cuál de ellos es el que inicia.  Como se puede observar se ha separado esta clasificación, atendiendo a la sección del documento en que es encontrada la anomalía, para que esta información pueda servirle al equipo de revisiones a identificar los lugares más propensos a errores, para hacer luego énfasis especial en ellos durante las revisiones.
<b>Problemas de calidad en la documentación</b>			
4	Incumplimiento con los estándares establecidos	IEE	Cuando el documento no cumple con las plantillas o estándares definidos para la documentación, por ejemplo,

			en una ECU que no se cumpla con las pautas de la plantilla de ALBET
5	Problema de Ortografía	POD	Se refiere e problemas ortográficos en el documento.
6	Problema de Redacción	PRD	Problema de redacción en el documento.

Tabla 7. Clasificación de Anomalías para la documentación a revisar

#### 2.4.1.2. Clasificaciones para el producto de software que se prueba

Las siguientes clasificaciones se pueden aplicar a las actividades de Prueba.

No	Clasificación	Identificador	Descripción
1	Validación	AVA	Se refiere a ausencia de validaciones, o validaciones incorrectas.
2	No correspondencia con la Especificación	NCEA	Se refiere a las anomalías que suponen desviaciones de la ECU.
3	Error Ortográfico	AOA	Se refiere e problemas ortográficos en las interfaces de la APP.
4	Seguridad	ASA	Se refiere a errores de seguridad en la APP, por ejemplo los errores relacionados con los perfiles y permisos de los usuarios que se autentican en la APP.
5	Rendimiento	ARA	Errores relacionados con el rendimiento de la aplicación
6	Funcionalidades “visibles” no implementadas	FVNI	Existencia de botones, vínculos etc, que poseen cierta funcionalidad, pero no la tienen implementada aún.
7	Funcionales	RFA	Anomalías relacionadas con

			las funcionalidades definidas para la APP.
8	Relacionadas con la navegación	RNA	Debido a que la APP que se construye en el desarrollo del SIIPOL, es una APP WEB, los problemas que causa navegar con los botones del navegador se deben contabilizar.
9	Relacionadas con los reportes	RRA	Todas las anomalías que suponen un formato incorrecto para los reportes que se generan en la APP.
10	Otras Anomalías	OAA	Cualquier otra anomalía que no entre en ninguna de las clasificaciones anteriores.

**Tabla 8. Clasificación de las para el producto de software.**

#### 2.4.1.3.

#### 2.4.1.4. **Clasificaciones para las acciones correctivas a ser aplicadas**

Luego de clasificadas las anomalías y de verificado su posible causa, es necesario proponer medidas correctivas para solucionar las mismas, para contribuir con tal propósito, se definen en este epígrafe los diferentes niveles a los que pueden ser aplicadas las medidas correctivas propuestas y algunas de las clasificaciones para las mismas, todo esto a partir de lo planteado en (IEEE\_1044 1993).

Estas clasificaciones se pueden aplicar a ambos procesos (revisión y prueba de los requisitos).

No	Clasificación para las acciones correctivas
1	A nivel de departamento
1.1	Revisar el proceso (políticas/procedimientos)
1.2	Capacitar al personal
1.3	Crear/Revisar/Reforzar el uso de estándares y especificaciones
1.4	Reubicar personas y/o recursos
1.5	Mejorar y/o reforzar las auditorías
3	En instituciones educativas y de investigación
3.1	Investigar el problema
3.2	Desarrollar nuevas tecnologías

<b>3.3</b>	Identificar enfoques alternativos de prueba
<b>3.4</b>	Crear y/o revisar las pruebas
<b>3.5</b>	Reforzar los estándares educativos

**Tabla 9. Clasificación para las acciones correctivas**

### **2.4.2. Generación de Informes de resultados**

Como artefacto fundamental de los procesos de Revisiones y Prueba a los requisitos en el desarrollo del SIIPOL, se plantea la creación de un informe con el análisis de los resultados de dichos procesos, en el cual se realiza un análisis de los principales problemas detectados, las causas que los pudieron generar y se proponen un grupo de acciones a realizar para solucionar los mismos.

Los principales elementos que componen estos informes son los siguientes:

- Análisis comparativo de los tipos de anomalías que prevalecen sin contar las que fueron rechazadas por el CCC.
- Análisis comparativos de los tipos de anomalías que prevalecen en las que fueron rechazadas por el CCC.
- Identificación de posibles causas que pudieron provocar las anomalías.
- Propuesta de Acciones Correctivas a ser implementadas para mitigar las principales causas.

### **2.5. Papel del equipo de Aseguramiento de la Calidad en el control de cambios**

Para garantizar que las anomalías que se detectan durante los procesos definidos en este trabajo se someten a los mecanismos de gestión de configuración establecidos, el SQAT debe asumir un papel de coordinador de estos asuntos, lo cual no significa que asuma responsabilidades que no le competen, solo participa en dichas actividades y contribuye a la coordinación de las mismas. Por tanto, las funciones fundamentales como coordinador del control de cambios se han definido que sean:

- Participar siempre con un miembro en los Comités de Control de Cambios (CCC).
  - En el desarrollo del SIIPOL se ha definido que participe siempre el Probador o Revisor que detectó las anomalías que se están analizando y que el mismo juegue el papel de documentador.
- Velar por la disciplina y la seriedad del CCC, para asegurar que el resultado de los mismos sea confiable.

- Asegurar que la documentación de las anomalías sea clara y concisa, para que se entienda y no retrase la ejecución del CCC.

## 2.6. Control de los procesos

Para asegurar que los procesos se ejecuten de la manera especificada, es decir, que cumplen con los planes establecidos, es necesario que los mismos sean monitoreados y que durante su desarrollo, se recopile la información necesaria para evaluar indicadores básicos de su funcionamiento, por tal motivo, en este epígrafe se definen las variables que deben recopilarse durante el proceso, así como los indicadores que deben ser medidos, para poder evaluar ciertos factores, que ayuden al SQAT a la mejora continua de los procesos de revisión y pruebas.

Es importante dejar claro que no es objetivo de esta investigación la profundización en las métricas para medir calidad en los procesos, solo se pretende recopilar cierta información que permita determinar de forma sencilla, la idoneidad de los procesos que se modelan, un tema que debe desarrollarse con mayor profundidad para lograr medir más indicadores en estos procesos.

Los conceptos que se asumen en este trabajo, sobre “variable” e “indicador”, son los siguientes:

- **Indicadores del proceso:** son los indicadores que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión u objeto. Estos indicadores van a permitir conocer la evolución y las tendencias del proceso, así como planificar los valores deseados para los mismos (SANS *et al.* 2004).
- **Variables de control:** Se refieren a aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso, y que pueden alterar el funcionamiento o comportamiento del proceso, y por tanto de los indicadores establecidos. Permiten conocer a priori dónde se puede “tocar” el proceso para controlarlo (SANS *et al.* 2004).

Luego de ser definidas las variables e indicadores, es necesario establecer procedimientos estándares para que la recopilación de la información se realice de forma organizada, en este epígrafe se exponen también los procedimientos básicos empleados en el desarrollo del SIIPOL para el control de los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos.

No todas las variables, indicadores y procedimientos que se definen aquí, se utilizan en ambos procesos, por tanto, en el caso que sea solo para uno de los procesos, será

especificado, si no se encuentra especificado, esto implica que se emplea en ambos procesos.

### 2.6.1. Variables de Control

Las variables que se recopilan durante los procesos de Revisión y Pruebas, se dividen en dos grupos, las que corresponden a los CU y las que corresponden a la Iteración o Ciclo completo de pruebas, estas últimas se unen pues tienen los mismos objetivos.

No	Nombre	Identificador	Descripción
1	Cantidad de Anomalías detectadas	CA	Se refiere al número total de anomalías detectadas durante la revisión o prueba.
2	Cantidad de Anomalías Significativas	CAS	Se refiere a la cantidad de anomalías identificadas como significativas.
3	Cantidad de Anomalías No Significativas	CANS	Se refiere a la cantidad de anomalías no significativas detectadas
4	Cantidad de Recomendaciones	CR	Cantidad de Recomendaciones detectadas
5	Cantidad de Anomalías que No Proceden	CANP	Cantidad de Anomalías que el CCC determinó que no proceden
6	Tempo empleado en la Revisión o Prueba	TE	Se refiere a un aproximado en días del tiempo que demora en ser revisado o probado un CU.
7	Probador o Revisor	Persona	Nombre del Probador o revisor que ejecuta la prueba o revisión respectivamente.

**Tabla 10. Variables a ser recopiladas para cada CU**

No	Variable	Identificador	Descripción
1	Cantidad de Aspectos de la Lista de Chequeo	CALCH	Se refiere a la cantidad características que se deben comprobar durante la revisión cuando se utiliza la lista de chequeo
2	Autor del documento revisado	Persona	Nombre de la persona que es

			autora del documento revisado
3	Cantidad de Páginas del documento	CPD	Se refiere a la cantidad de páginas que posee el documento que se revisa

**Tabla 11. Variables específicas para las revisiones.**

No	Variable	Identificador	Descripción
1	Cantidad de Casos de Prueba	CCP	Cantidad de Casos de Prueba que contiene el Diseño de la prueba para el CU.
2	Probador	Persona	Nombre del Probador que diseña la prueba.
3	Tempo empleado en el diseño de la prueba	TEDP	Se refiere a un aproximado en días del tiempo que demora en ser diseñada la prueba de un CU.

**Tabla 12. Variables específicas para las pruebas.**

## 2.6.2. Indicadores del proceso

En el presente epígrafe se exponen y discuten los indicadores que serán medidos durante los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos, los cuales no pretenden abarcar todas las mediciones que se pudieran hacer, solo reportan algunos valores necesarios para comprobar la validez de los procesos definidos.

### 2.6.2.1. *Indicadores para el proceso de revisión*

- Efectividad de la Lista de Chequeo utilizada:
  - A través de este indicador se obtiene el valor en porcentaje, sobre cuán efectiva fue la Lista de Chequeo empleada en la revisión, para a partir de dicha medición, determinar acciones en cuanto a su mejoramiento. Se calcula a partir de los resultados de las revisiones internas y de liberación. La explicación detallada de este indicador se encuentra en el **Anexo 7**.
- Eficacia de la Revisión:
  - Mediante el cálculo de este indicador se obtiene un valor en porcentaje que permite comprobar si el proceso, personas y recursos definidos son los correctos, pues se basa en la calidad de la detección de anomalías ya que quita las anomalías que fueron clasificadas como NP en el CCC y calcula

la tasa con respecto al total de anomalías detectadas, para un mejor entendimiento de este indicador, remitirse al **Anexo 7**.

### **2.6.2.2. Indicadores para el proceso de prueba**

- Efectividad de los CP diseñados:
  - A través de este indicador se obtiene el valor en porcentaje de cuán efectivos fueron los CP diseñados, para a partir de dicha medición, determinar acciones en cuanto a su mejoramiento. Se calcula a partir de los resultados de las pruebas internas y de liberación. La explicación detallada de este indicador se encuentra en el **Anexo 7**.
- Eficacia de la prueba:
  - Mediante el cálculo de este indicador se obtiene un valor en porcentaje que permite comprobar si el proceso, personas y recursos definidos son los correctos, pues se basa en la calidad de la detección de anomalías ya que quita las anomalías que fueron clasificadas como NP en el CCC y calcula la tasa con respecto al total de anomalías detectadas, para un mejor entendimiento de este indicador, remitirse al **Anexo 7**.

### **2.6.3. Procedimientos de Control**

Para la recopilación de los datos que se necesitan para calcular los indicadores, es necesario definir algunos procedimientos que así lo permitan, los procedimientos definidos en el desarrollo del SIIPOL se muestran a continuación, como una serie de pasos sencillos a realizar:

1. Procedimiento para la asignación del trabajo.
  - a. Se identifican las personas que deben trabajar al día siguiente.
  - b. Se registra en el Excel para el control, la fecha de asignación del CU a revisar o probar, u otro documento.
  - c. Se registra el nombre del responsable de la revisión o prueba.
  - d. Se les envía un correo a los involucrados con la distribución final.
2. Procedimiento para el control diario del trabajo.
  - a. Se realiza treinta minutos antes de finalizar la jornada laboral, comienza con la verificación de alguna notificación de terminación del trabajo asignado.
  - b. Si algún revisor o probador culminó su trabajo, se verifica el resultado.
  - c. Se sube al repositorio de información.
  - d. Se notifica a los involucrados.
3. Se registra la fecha de culminación en el Excel para el control.

Procedimiento para el registro de las clasificaciones de las anomalías.

- a. Luego de verificadas las correcciones de las anomalías, se clasifican las mismas.
  - b. Se registran en el Excel para el control las clasificaciones.
4. Procedimiento para el cálculo de los indicadores.
- a. Se verifica que estén registrados los datos de las clasificaciones.
  - b. Se calculan las métricas.
  - c. Se registran los resultados de las métricas en el Excel para el control.

## 2.7. Evaluación del producto de Software

Resulta imprescindible, luego de ejecutadas las revisiones o pruebas, definir si realmente el producto sometido a dichos procesos, cumple con los requisitos y planes establecidos, para eso es necesario ejecutar un **proceso de evaluación**; esta investigación no está exenta de dicha necesidad, solo se pretende dejar claro, que la evaluación de los productos, forma parte de la estrategia, pero por su envergadura, no se define como parte de esta investigación.

## 2.8. Conclusiones

Con este capítulo se ha descrito la **Estrategia para el Aseguramiento de la Calidad durante los procesos de Revisión y prueba de los requisitos en el desarrollo del SIIPOL**, explicando en detalle los elementos que esta contiene, sus características e importancia, con la definición de los procesos de Revisión y Prueba, la clasificación de las anomalías, la definición del papel del SQAT, el control de los procesos y la explicación referente a la evaluación de software, se presenta una estrategia robusta con la que se pretende asegurar que los requisitos se escriben correctamente y se implementan según lo pactado con el cliente.

# **CAPÍTULO 3 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

### 3.1. Introducción

En el desarrollo del SIIPOL se ha podido ejecutar la estrategia definida, obteniéndose resultados que han servido al Equipo de Desarrollo para la toma de decisiones, también se ha logrado mejorar en cierta medida los procesos que se definen en esta investigación, pues esta estrategia propone precisamente el análisis de las anomalías que se detectan.

Es el objetivo de este capítulo, mostrar ejemplos de la aplicación de la estrategia, basados en los informes de resultados de las revisiones a las ECU del SIIPOL, en su primera entrega, así como de las pruebas realizadas sobre los mismos, es oportuno aclarar, que las revisiones no se pudieron ejecutar sobre toda la documentación asociada a los requisitos debido a que no toda se ha concluido, pero se considera que la implementación del proceso para al menos las ECU, brinda resultados dignos de mostrar, debe constar además que las ECU son la mayor parte de la documentación, otro motivo para considerar los resultados de la revisión a las mismas, con respecto a las pruebas, a pesar de haberse probados muchos más CU, se muestran los resultados de los mismos que fueron revisados, para garantizar mayor limpieza y claridad, así como consistencia en los datos que se muestran.

Por otra parte es necesario aclarar, que de los tipos de revisiones definidos en el proyecto, no todas fueron aplicadas, ya que la definición de dichos procesos se realizó luego de haberse ejecutado las revisiones técnicas y las pruebas a los requisitos, se trata en este caso de las Auditorías y Revisiones Técnicas, las cuales se pretenden ejecutar muy pronto en el desarrollo del SIIPOL.

La organización del presente capítulo se basa en el contenido del **Informe de Resultados** que se genera en cada proceso, el cual está compuesto por los siguientes elementos:

- Análisis comparativo de los tipos de anomalías que prevalecen sin contar las que fueron rechazadas por el CCC.
- Análisis comparativos de los tipos de anomalías que prevalecen en las que fueron rechazadas por el CCC.
- Identificación de posibles causas que pudieron provocar las anomalías.
- Propuesta de Acciones Correctivas a ser implementadas para mitigar las principales causas.

El grupo de CU analizados alcanza la cifra de setenta y tres, y corresponden a siete módulos del SIIPOL, los módulos se muestran a continuación con la cantidad de CU entre paréntesis, la numeración empleada en la lista siguiente, servirá para identificar a cada uno de los módulos a los largo de este capítulo:

1. Gestión Administrativa (9)
2. Investigación Penal (35)
3. Investigación Criminalística (22)
4. Investigación Forense (1)
5. Análisis de Información (4)
6. Estadísticas (1)
7. Registro y Control (1)

### 3.2. Informe de Resultados de las pruebas

En este Informe se refleja el resultado de las pruebas internas realizadas al primer grupo de Casos de Uso que fue entregado al Laboratorio de Liberación. Teniendo en cuenta las respuestas a las anomalías detectadas, es necesario aclarar que se decidió realizar tres iteraciones de prueba en el proyecto.

Para reflejar con mayor nivel de detalle la información presentada, los resultados son mostrados a través de gráficas y tablas que ilustran las tipologías de anomalías (tanto las que fueron rechazadas por el CCC como las que corrigió el ED), y los totales de anomalías detectadas por módulo y la cantidad de anomalías que fueron rechazadas por el CCC de cada módulo.

Quedan reflejadas en este Informe algunas de las **acciones correctivas propuestas** para mitigar las principales causas de las anomalías y el resultado del cálculo de algunos indicadores del proceso.

#### 3.2.1. Estadísticas relacionadas con las anomalías detectadas

Luego de aplicadas las tres iteraciones, se detectaron las siguientes anomalías:

**Tabla 13. Cantidades de Anomalías detectadas durante las pruebas (total detectado y real).**

	<b>Anomalías detectadas</b>	<b>Anomalías Reales</b>	
<b>Módulo</b>	<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>% que representan las anomalías reales de las detectadas</b>
1	55	41	75%
2	330	274	83%
3	238	183	77%
4	7	7	100%
5	44	32	73%
6	2	1	50%
7	10	10	100%
<b>Totales</b>	<b>686</b>	<b>548</b>	<b>80%</b>

De lo anterior, como se observa en la tabla, se puede afirmar que el resultado de uno de los indicadores medidos: La **eficacia de las pruebas** resultó de un **80%**, ya que de todas las anomalías detectadas durante las pruebas a esos CU, solo el **20%** fueron rechazadas por el Comité de Control de Cambios.

### 3.2.1.1. Anomalías rechazadas por el CCC

Las anomalías que fueron rechazadas se muestran a continuación separadas según la importancia de las mismas, se puede ver que la cantidad total de estas anomalías asciende a 138.

Módulo	Rechazadas por el CCC			Total
	Significativa	No Significativa	Recomendación	
1	5	9	0	14
2	20	16	20	56
3	15	27	13	55
4	0	0	0	0
5	7	2	3	12
6	1	0	0	1
7	0	0	0	0
<b>Totales</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>138</b>

**Tabla 14. Anomalías que fueron rechazadas por el CCC durante las pruebas**

De lo anterior se puede afirmar, que el módulo con mayor cantidad de anomalías rechazadas, si se calcula la tasa de anomalías por CU para cada uno, fue Investigación Criminalística, lo que indica que este módulo debe ser priorizado para aplicar cualquier medida correctiva que permita aumentar la efectividad de los Casos de Prueba.

La efectividad de los Casos de Prueba se calculó teniendo en cuenta las anomalías que se detectaron en las pruebas de liberación, teniendo en cuenta que dichas anomalías se debieron detectar en las pruebas internas y los CP diseñados no las capturaron, el valor final de la efectividad de los casos de prueba fue de un 46%, lo que indica un resultado desfavorable que debe ser mejorado internamente.

### 3.2.2. Análisis de las Anomalías detectadas

Las anomalías reales detectadas durante las pruebas, fueron clasificadas teniendo en cuenta las definidas en el **epígrafe 2.4.1.2**, detectándose de este modo las tipologías de anomalías más frecuentes durante la ejecución de las pruebas; en la siguiente imagen se muestran los resultados de la clasificación de las anomalías detectadas en las pruebas a los setenta y tres CU que se analizan en este capítulo, quedando resaltados las tipologías más frecuentes:

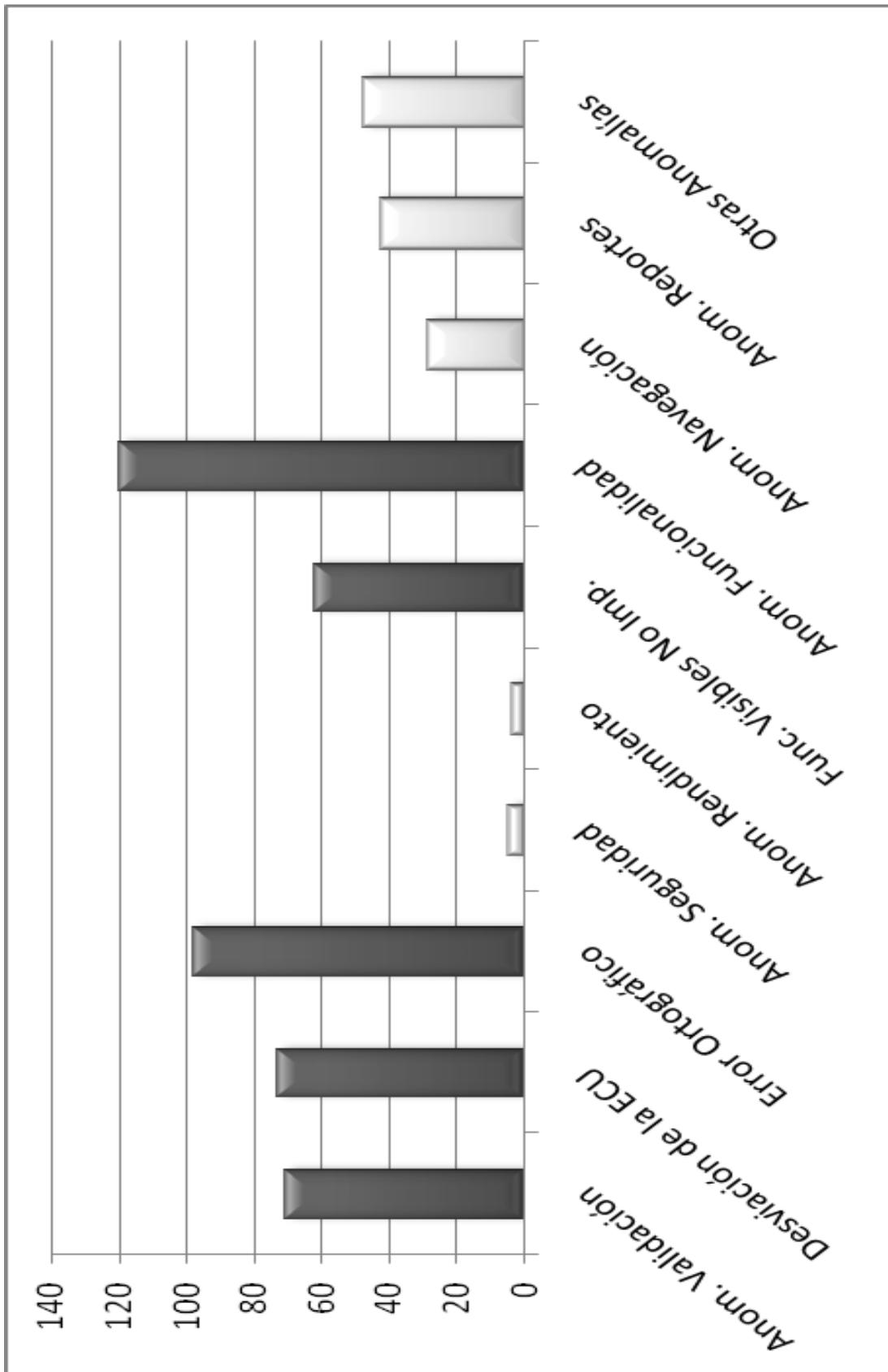


Figura 19. Clasificación de anomalías detectadas en las pruebas

### **3.2.2.1. Principales problemas**

De lo anterior se puede afirmar que los principales problemas detectados son:

- Anomalías en las funcionalidades del sistema (120):
  - Se refiere a las anomalías que implican la falta de funcionalidades implícitas en las ECU que causan excepciones fatales del sistema o afectan su funcionamiento.
- Errores ortográficos (98):
  - Se refiere a los errores de ortografía detectados en las IU, así como en los reportes generados por el sistema.
- Desviaciones de la ECU (73):
  - Se refiere a las desviaciones de las especificaciones de lo que se implementó con respecto a los que se describe en los CU.
- Anomalías en las validaciones (71):
  - Falta de algunas validaciones cuando se prueban diferentes combinaciones posibles de datos.
- Funcionalidades visibles no implementadas (62):
  - Se refiere a la existencia de hipervínculos, botones u otro elemento que indique otra acción que se encuentra en la aplicación y sin embargo no está implementada.

Todo lo planteado anteriormente permite tener claridad de las deficiencias detectadas durante las pruebas aplicadas al SIIPOL.

### **3.2.3. Medidas correctivas propuestas**

Debido a los resultados del análisis anterior, se impone la necesidad de tomar algunas acciones correctivas para mitigar los problemas detectados y los resultados adversos de algunos indicadores medidos. Las acciones correctivas que se listan a continuación siguen las clasificaciones definidas en el **epígrafe 2.4.1.3**, mostrándose para cada una de ellas las acciones realizadas en el proyecto:

#### **A nivel de equipo.**

1. Revisar el proceso (políticas/procedimientos).
  - a. Dado los problemas con las funcionalidades, mal implementadas o no implementadas, se decidió aplicar una pequeña auditoría a la asignación de tareas y al seguimiento de las mismas que se le da en cada uno de los equipos de desarrollo.

- b. Dados los problemas con la ortografía en las IU se decidió vincular profesores de humanidades al proyecto para supervisar revisiones ortográficas a la aplicación.
2. Reubicar personas y/o recursos
    - a. Dada la baja efectividad de los Casos de Prueba diseñados se realizó una reestructuración de la forma de asignar, controlar y capacitar a los Diseñadores de Casos de Prueba, quedando ejecutadas las siguientes decisiones:
      - i. Las personas que ocupen el rol de Diseñador de Casos de Pruebas, serán las mismas que ocuparán el rol de Probador de los mismos CU a los que les diseñaron los CP.
      - ii. Para garantizar un mejor entendimiento del CU y por tanto un mejor diseño de CP, se realizaron talleres con los analistas.
      - iii. Para lograr mayor seriedad en el Diseño de Casos de Prueba (teniendo en cuenta que los DCP son estudiantes), se tomó el taller con los analistas como una evaluación correspondiente al curso de Pruebas de SW del Perfil de Calidad, y la entrega del diseño de CP como una tarea práctica del mismo curso, esto, junto a una conferencia del tema, conformarían la nota final del mismo.

#### **A nivel de institución docente:**

1. Identificar enfoques alternativos de prueba.
  - a. Dada la baja efectividad de los Casos de Prueba, se investigó sobre nuevos métodos para el diseño de casos de pruebas, y formas de ejecutar la misma.
2. Crear y/o revisar las pruebas.
  - a. Se decidió controlar con mayor frecuencia el proceso de pruebas, verificando que los probadores ejecuten las pruebas con la seriedad necesaria.

### **3.3. Informe de los resultados de las revisiones**

En este Informe se refleja el resultado de las revisiones internas realizadas al primer grupo de casos de uso que fue entregado al laboratorio de liberación, teniendo en cuenta las respuestas a las anomalías detectadas, es necesario aclarar que para la realización de estas revisiones se empleó una Lista de chequeo previamente discutida y aprobada.

Para reflejar con mayor nivel de detalle la información presentada, los resultados son mostrados a través de gráficas y tablas que ilustran las tipologías de anomalías (tanto de

las que fueron rechazadas por el CCC como de las que corrigió el Equipo de Análisis), y los totales de anomalías detectadas por módulo y la cantidad de anomalías que fueron rechazadas por el CCC de cada módulo.

Quedan reflejadas en este Informe algunas de las **acciones correctivas propuestas** para mitigar las principales causas de las anomalías y el resultado del cálculo de algunos indicadores del proceso.

### 3.3.1. Estadísticas relacionadas con las anomalías detectadas

Luego de aplicadas las tres iteraciones, se detectaron las siguientes anomalías:

	Anomalías detectadas	Anomalías Reales	
Módulo	Total	Total	% que representan las anomalías reales de las detectadas
1	128	109	85%
2	410	322	79%
3	414	354	86%
4	72	70	97%
5	88	76	86%
6	27	24	89%
7	15	14	93%
<b>Totales</b>	<b>1154</b>	<b>969</b>	<b>84%</b>

Tabla 15. Cantidades de Anomalías detectadas durante las revisiones (total detectado y real).

De lo anterior, como se observa en la tabla, se puede afirmar que el resultado de uno de los indicadores medidos: La **eficacia de las revisiones** resultó de un **84%**, ya que de todas las anomalías detectadas durante las pruebas a esos CU, solo el **16%** fueron rechazadas por el Comité de Control de Cambios.

#### 3.3.1.1. Anomalías rechazadas por el CCC

Las anomalías que fueron rechazadas se muestran a continuación separadas según la importancia de las mismas, y se puede observar que la cantidad total de estas anomalías asciende a 185.

Módulo	Rechazadas por el CCC			Total
	Significativa	No Significativa	Recomendación	
1	13	5	1	19
2	40	48	0	88
3	15	40	5	60
4	2	0	0	2
5	0	10	2	12
6	3	0	0	3
7	0	0	1	1
<b>Totales</b>	<b>73</b>	<b>103</b>	<b>9</b>	<b>185</b>

**Tabla 16. Anomalías que fueron rechazadas por el CCC durante las pruebas**

De lo anterior se puede afirmar que el módulo con mayor cantidad de anomalías rechazadas, si se calcula la tasa de anomalías por CU para cada uno, fue Investigación Penal, lo que indica que este módulo debe ser priorizado para aplicar cualquier medida correctiva que permita aumentar la efectividad de la lista de chequeo empleada.

La efectividad de la Lista de Chequeo empleada se calculó teniendo en cuenta las anomalías que se detectaron en las revisiones de liberación, teniendo en cuenta que dichas anomalías se debieron detectar en las revisiones internas y la lista de chequeo empleada no las capturó, el valor final de la **efectividad de la lista de chequeo empleada** fue de un **72%**, lo que indica un resultado desfavorable que debe ser mejorado internamente.

### 3.3.2. Análisis de las Anomalías detectadas

Las anomalías reales detectadas durante las pruebas, fueron clasificadas teniendo en cuenta las definidas en el **epígrafe 2.4.1.1**, detectándose de este modo las tipologías de anomalías más frecuentes durante la ejecución de las revisiones. En la siguiente imagen se muestran los resultados de la clasificación de las anomalías detectadas en las setenta y tres ECU que se analizan en este capítulo, quedando resaltados las tipologías más frecuentes:

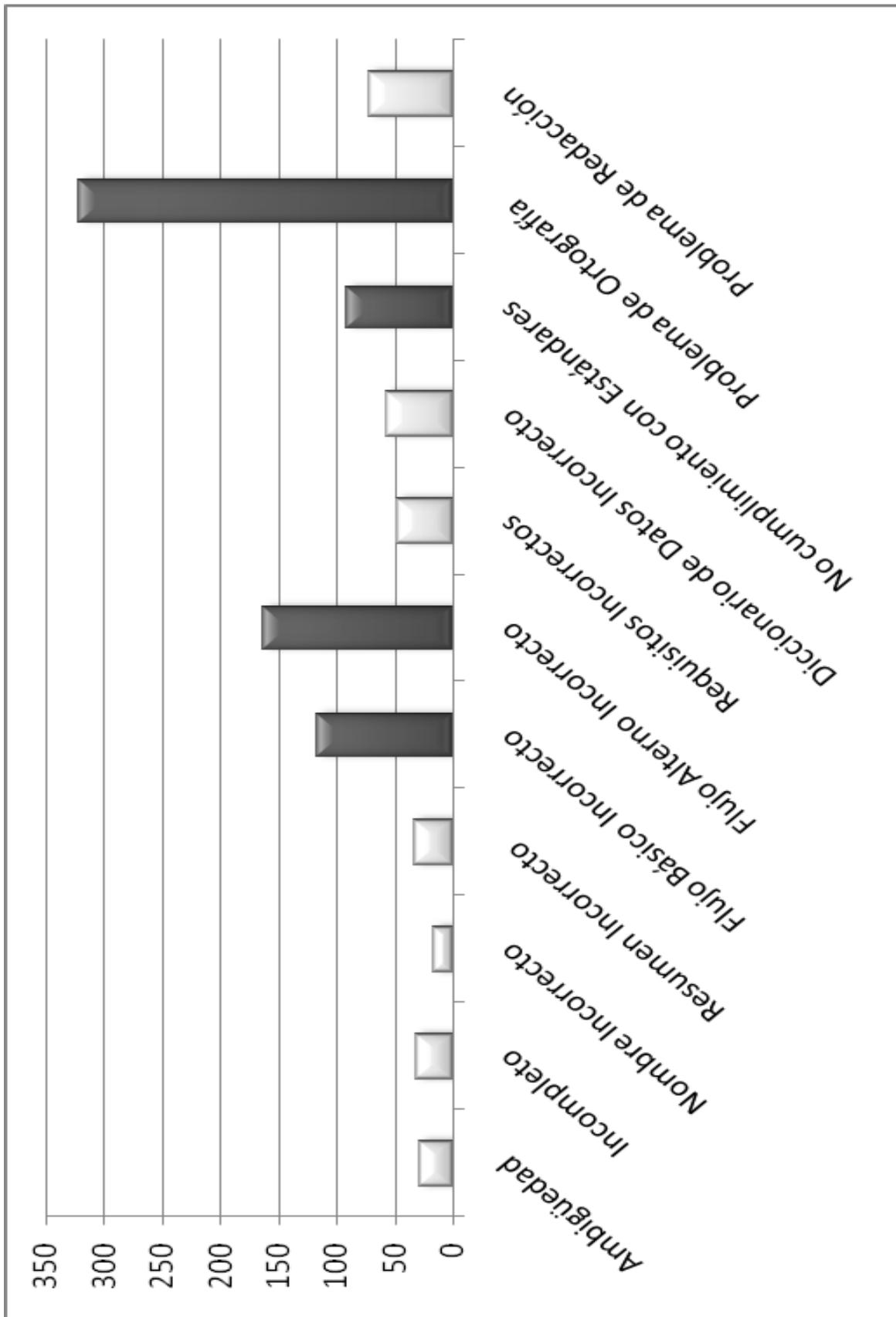


Figura 20. Clasificación de anomalías detectadas en las revisiones

### 3.3.2.1. Principales problemas

De lo anterior se puede afirmar que los principales problemas detectados son:

- Errores ortográficos (322).
  - Se refiere a los errores de ortografía detectados en las ECU.
- Flujos Alternos incorrectos (164).
  - Escritura incorrecta del flujo de evento en los flujos alternos, en su mayoría fueron errores de numeración de los pasos.
- Flujos Básicos Incorrectos (117).
  - Escritura incorrecta del flujo de evento en los flujos básicos.
- No cumplimiento con los estándares establecidos (91).
  - Se refiere al no cumplimiento de los estándares de mensajes, estándares para al especificación de casos de uso tipos (consultar, gestionar) y el cumplimiento con el formato de la plantilla de la empresa ALBET.

Todo lo planteado anteriormente permite tener claridad de las deficiencias detectadas durante las revisiones aplicadas a las ECU.

### 3.3.3. Medidas correctivas propuestas

Debido a los resultados del análisis anterior, se impone la necesidad de tomar algunas acciones correctivas para mitigar los problemas detectados y los resultados de algunos indicadores medidos. Las acciones correctivas que se listan a continuación siguen las clasificaciones definidas en el **epígrafe 2.4.1.3**, se muestran además las acciones seguidas según la acción en sí:

#### A nivel de equipo.

1. Revisar el proceso (políticas/procedimientos).
  - a. Producto de que la lista de chequeo empleada no fue lo suficientemente efectiva, se incluyó en el proceso de revisiones un momento en el que se deberá actualizar la lista de chequeo cada cierto tiempo, para ir enriqueciendo.
  - b. Durante la aprobación de los CU por parte de los jefes de sistemas, se recomendó prestar mayor atención a la numeración de los pasos en los flujos básicos y alternos, así como al formato de la plantilla de la empresa ALBET.
2. Capacitar al personal.
  - a. Se decidió capacitar a los analistas en temas de redacción y ortografía.

### **3.4. Conclusiones**

Luego de concluido este capítulo, se ha mostrado un ejemplo de los resultados de la aplicación de la estrategia, luego de ejecutados los procesos de Revisión Formal y Prueba de los Requisitos en el desarrollo del SIIPOL, para cierta cantidad de casos de uso seleccionados. Se muestra para cada proceso el informe de los resultados de su ejecución y los cálculos de los Indicadores definidos para cada uno.

De las medidas correctivas propuestas, todas se pusieron en práctica en el proyecto, como muestra de la profundidad del análisis realizado.

# Conclusiones

Durante la presente investigación:

- Quedó demostrada la necesidad de la elaboración de una estrategia para el Aseguramiento de la Calidad durante los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos en el desarrollo del SIIPOL.
- Se definieron y refinaron los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos a ser aplicados en el proyecto CICPC, los mismos se modelaron usando la notación BPMN.
- Se precisaron las clasificaciones de las anomalías detectadas en los procesos y algunas de las clasificaciones para las acciones correctivas a ser aplicadas como resultado del análisis de dichas anomalías.
- Se aplicó un procedimiento para la clasificación de anomalías a partir de los resultados de los procesos de Revisión y Prueba de los requisitos al primer grupo de CU (73) de la primera etapa de software.
- Se definió el papel del SQAT en el control de cambios, como parte importante para asegurar la disciplina y cumplimiento de las actividades de gestión de configuración y cambios.
- Se establecieron procedimientos para el control de los procesos a través de la recopilación y medición de variables de control e indicadores de proceso.
- Se aplicaron los procesos de Revisión y Prueba, Análisis de los resultados y se aplicaron medidas correctivas para mitigar las principales deficiencias en el proyecto.

# Recomendaciones

Dada la importancia de la presente estrategia y para lograr una mayor efectividad de la misma, se recomienda:

- La inclusión de actividades para el Control de la Calidad en la estrategia, por ejemplo, auditorías e inspecciones.
- Profundizar en el análisis de los resultados de los procesos de Revisión y Prueba para lograr obtener la mayor cantidad de información de los mismos.
- Investigar sobre otras variables e indicadores para controlar los procesos.
- Dar seguimiento en el proyecto a las acciones correctivas propuestas para garantizar su aplicación.
- Dar a conocer los resultados de la aplicación de la estrategia a otros proyectos para su estudio y posible aplicación en los mismos.
- Desarrollar una herramienta que permita el control del Flujo de información generada en estos procesos para agilizar la interacción entre los roles y propiciar mayor seguridad a la información generada.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ALMENARES, L. S. *Estrategia de Automatización de Pruebas a los Requisitos no funcionales del proyecto CICPC*, 2007.
2. BETANCOURT, M. D. L. Á. R. and Y. Z. HERNÁNDEZ Informe de Preevaluación del SIIPOL. Proyecto CICPC, 2007.
3. BOEHM, B. W. *Software Engineering Economics*. 1. 1981. 768 p. 0138221227
4. BPMI. *Business Process Notation Specification*. BPMI, Bussiness Process Management Initiative, final adopted 1.0. 2006. p.
5. CHÁVEZ, I. R. S. *Verificación y Validación del Software. Módulo 2: Revisiones de SW (VyV Estática)*, 2005. [Disponible en:
6. DAVIS Fase de Elaboración. FT Prueba (procedimientos genéricos y aplicación de algunos tipos de pruebas simples, 1995.
7. EDWARD Fase de Elaboración. FT Prueba (procedimientos genéricos y aplicación de algunos tipos de pruebas simples, 1996.
8. GARCÍA. *ISO: Introducción conceptos de Calidad*, 2003. [Disponible en: <http://www.mgar.net/soc/isointro.htm#definiciones%20utiles>
9. IEEE\_610-12. *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, 1990.
10. IEEE\_729 IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (Paperback) 1983.
11. IEEE\_1028 IEEE Standard for Software Reviews, 1997.
12. IEEE\_1044 IEEE Standard Classification for Software Anomalies, 1993.
13. ISO/IEC\_2382-20. *Information technology.Vocabulary. Part 20: System development*, 1990. 15.
14. JIMÉNEZ, S. V. *Plan de Gestión de Requerimientos. Proyecto CICPC*, 2006.
15. JORRIN, M. G. *PROCESO DE PRUEBAS PARA LA LIBERACIÓN DE PRODUCTOS SOFTWARE EN LA UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS*. Dirección de Calidad de Software. Ciudad de la Habana, UCI, 2007. 134. p.
16. LÓPEZ, F. P. *Casos de uso: una guía para la definición de los casos de prueba.*, 2005.
17. LÓPEZ, N. M. S. *INFORME TECNICO SOFTWARE. Proyecto de Seguridad del CICPC. Solución Tecnológica Integral del Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas*. . SISTEMAS, A. S. I. Y., 2006. 70.
18. LOVELLE, J. M. C. *Calidad*, Universidad de Oviedo, Departamento de Informática, 2001.

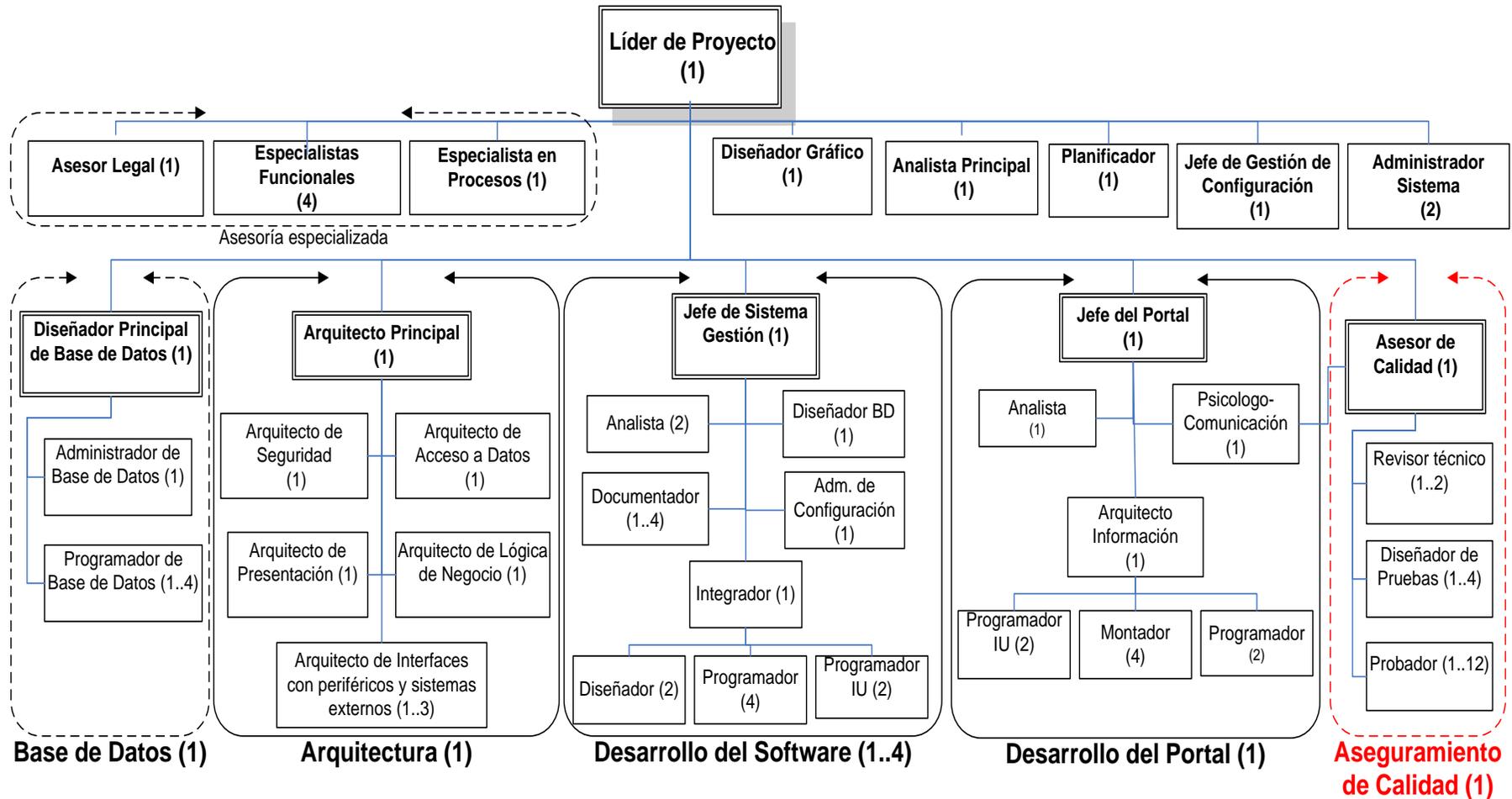
19. MASSACHUSETTS, U. O. SQA, University of Massachusetts Dartmouth, Computer and Information Science Department, USA, 2007. [Disponible en: [www2.umassd.edu/CISW3/coursepages/pages/CIS311/LectureMat/sqa/sqa.html](http://www2.umassd.edu/CISW3/coursepages/pages/CIS311/LectureMat/sqa/sqa.html)
20. MYERS Fase de Elaboración. FT Prueba (procedimientos genéricos y aplicación de algunos tipos de pruebas simples, 1979.
21. NC\_ISO\_12207. *Tecnologías de la información: Procesos del Ciclo de Vida del SW (ISO/IEC 12207:1995/AMD 2:2004)*, 2005.
22. NIETO, I. C. Cronograma de proyecto v2.7, 2007.
23. OMG. *Object Management Group. Business process management initiative*, 2004. [Disponible en: <http://www.bpmi.org>
24. ORTEGA MONTOYA, Y. and I. M. BLANCO ZAMORA. *Estrategia de Control de la Calidad mediante revisiones y auditorias para el proyecto CICPC*. Facultad 8. Habana, UCI, 2007. 188. p.
25. PALMA, Y. D. C. T. and Y. M. TORRES. *Propuesta de manual de procedimiento de Pruebas de Sistema y su aplicación en el Proyecto CICPC*. Ciudad de la Habana, UCI, 2007. 144. p.
26. PÉREZ, J. D. Notaciones y lenguajes de procesos. Una visión global, 2005.
27. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. 5. Mc Graw Hill, 2002. 640 p. 8448132149
28. RUEDA, D. T. *Pautas para la Arquitectura de la Información. Proyecto CCPC, solución de software.*, 2006.
29. RUIZ, J. D. P. A. D. A. *¿Por qué omg ha elegido bpmn para modelar procesos de negocio si ya existe uml?*, Universidad de Sevilla, 2007.
30. RUP\_IBM\_CORP. *Rational Unified Process*, 2006.
31. RUSSELL., P. W. W. V. D. A. M. D. A. H. N. *Pattern-based analysis of uml activity diagrams.*, Department of Technology Management Eindhoven University of Technology, 2004.
32. ---. *Pattern-base analysis of bpmn*, Department of Technology Management Eindhoven University of Technology, 2005.
33. SANS, J. B.; M. A. C. CALVO, et al. *Guía para una gestión basada en procesos*. 2004. p. 84-923464-7-7
34. SW, D. D. I. Y. G. D. *Flujo de trabajo Prueba. Flujo de trabajo Prueba*, 2007.
35. TORRES, H. M. C. and R. E. G. PERALTA. *Plan de Aseguramiento de la Calidad del proyecto CICPC*. SISTEMAS, A. S. I. Y., 2007.

## **GLOSARIO**

1. **CALISOFT:** Centro Nacional de Calidad de Software. Adscrito al Ministerio de la Informática y las Comunicaciones de Cuba (MIC) (JORRIN 2007).
2. **ECU:** Especificación de Caso de Uso
3. **SQAT:** Equipo de Aseguramiento de la Calidad de Software
4. **Perfil de Calidad:** Grupo de Asignaturas Optativas que contienen los conocimientos necesarios para la formación de un especialista de Calidad.
5. **ED:** Equipo de desarrollo del SIIPOL.
6. **SW:** Software.
7. **CU:** Caso(s) de Uso.
8. **IU:** Interfaz de usuario.
9. **BD:** Base de datos.
10. **SAIME:** Sistema Autónomo de Migración y Extranjería.
11. **INTTT:** Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre.
12. **CNE:** Centro Nacional de Estadística.
13. **Experticia:** Es el resultado de una investigación científica que se le aplica a elementos contenidos en una investigación penal y que ayuda a esclarecer dicha investigación con todos los aspectos contenidos en su estructura.
14. **Laboratorio de Liberación:** Laboratorio perteneciente a la Dirección de Calidad de SW de la UCI, encargado de la liberación de los productos generados en la universidad, previo a la aceptación de los mismos por el cliente.

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Organización de roles y jerarquías en el proyecto CICPC**



**Anexo 2: Artefactos por disciplina**

<b>Disciplinas / Artefactos</b>	<b>Inicio (I) - Entrega (E)</b>	<b>Revisión</b>
<b>Modelado del Negocio</b>		
Evaluación de las Áreas de la Organización	15/01/07 - 29/01/07	22/01/07 - 28/01/07
Base Legal	26/02/07 - 02/03/07	29/02/07 - 01/03/07
Procesos Elementales de Negocio	18/06/07 - 22/06/07	20/06/07 - 21/06/07
<b>Requisitos</b>		
Visión	I - E	(I + 2 días) - (E - 1 días)
Plan de Captura de Requisitos	V1 - 26/03/07 - 30/03/07 V2 - 22/10/07 - 26/10/07	28/03/07 - 29/03/07 24/10/07 - 25/10/07
Modelo de Casos de Uso	V1 - 18/06/07 - 22/06/07 V2 - 03/12/07 - 07/12/07	20/06/07 - 21/06/07 05/12/07 - 06/12/07
Especificaciones suplementarias	V1 - 18/06/07 - 22/06/07 V2 - 03/12/07 - 07/12/07	20/06/07 - 21/06/07 05/12/07 - 06/12/07
<b>Análisis &amp; Diseño</b>		
Prototipo de Interfaz de Usuario	V1 - 16/07/07 - 20/07/07 V2 - 14/01/07 - 18/01/07	18/07/07 16/01/07
Modelo Lógico de Datos	13/07/07	11/07/07
Modelo de Diseño	07/09/07	05/09/07
Descripción de la Arquitectura	13/07/07	11/07/07
Modelo Físico de Datos	23/11/07	21/11/07
<b>Implementación</b>		
Modelo de Implementación	07/09/07	05/09/07
Modelo de Despliegue	18/06/07	16/06/07
<b>Pruebas</b>		
Plan de Pruebas (Piloto)	V1 - 22/10/07 - 26/10/07 V2 - 30/06/08 - 04/07/08	24/10/07 - 25/10/07 02/07/07 - 03/07/07
Listado de Datos de Prueba	I - E	(I + 2 días) - (E - 2 días)
Casos de Prueba	01/10/07	29/09/07
Resultados de las pruebas	V1 - 29/10/07 - 02/11/07 V2 - 07/07/08 - 11/07/08	31/10/07 - 01/11/07 09/07/08 - 10/07/08
<b>Despliegue</b>		
Plan de aceptación del producto	07/05/07 - 11/05/07	09/05/08 - 10/06/08

Plan de Pruebas	V1 – 24/09/07 -28/09/07 V2 – 19/05/07 - 23/05/07	26/09/07 – 27/09/07 21/05/07 – 22/05/07
Casos de Prueba	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Resultados de Pruebas	V1 - 29/10/07 – 02/11/07 V2 – 07/07/08 – 11/07/08	31/10/07 – 01/11/07 09/07/08 – 10/07/08
Listado de Datos de Prueba	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Material de Entrenamiento	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Material de Soporte al Usuario Final	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Artefactos de Instalación	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
<b>Gestión de Configuración y Cambios</b>		
Plan de Gestión de Configuración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Solicitud de Cambio	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
<b>Gestión de proyecto</b>		
Plan de Desarrollo de Software	22/06/07	20/06/07
Plan de Aseguramiento de la Calidad	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Gestión de Riesgos	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Capacitación	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plan de Iteración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Evaluación de Iteración	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
<b>Entorno</b>		
Proceso Específico de Proyecto	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Herramientas	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)
Plantillas específicas de Proyecto	I - E	(I + 2 días) - (E – 2 días)

**Anexo 3:** Plantilla para el registro de anomalías detectadas.

RAD

**PROYECTO CICPC****REGISTRO DE LAS ANOMALÍAS DETECTADAS****Caso de Uso:** <Nombre del caso de uso>**PROCESO:** <Pruebas o Revisiones>

**Control de Versiones**

Fecha	Versión	Descripción	Autor
<DD/MM/AAAA>	<X.X>	<Descripción de la acción realizada>	<Nombre>

**Registro de las anomalías detectadas**

No	ID del CP	Descripción de la Anomalía	Etapas de detección	Significativa	No Significativa	Recomendación	Estado NC	Respuesta del Equipo Desarrollo
<Se refiera a la enumeración consecutiva de las anomalías>	<Identificador del CP que propició la detección de la anomalía>	<Descripción textual de la anomalía detectada>	<Etapas en la que se detectó la anomalía, siempre poniendo la iteración de pruebas en la que fue detectada>	<X>	<X>	<X>	<Se escribe Pendiente de por respuesta del equipo de desarrollo (PD) cuando el probador Registra la anomalía>.	<Respuesta del equipo de desarrollo>

**Anexo 4:** Plantilla para el diseño de la prueba (DP)

DCP



**PROYECTO CICPC**  
**DISEÑO DE CASOS DE CASOS PRUEBA**  
**Caso de Uso: <Nombre del caso de uso>**

**Control de Versiones**

Fecha	Versión	Descripción	Autor
<DD/MM/AAAA>	<X.X>	<Descripción de la acción realizada>	<Nombre>

**Objetivos Generales.**

<Objetivos de la prueba, que se escriben en función del CU en cuestión, pues el objetivo de la prueba es precisamente “probar” que se cumple el objetivo del CU>

**Resumen**

<Resumen del CU>

**Precondiciones**

<Precondiciones del CU y cualquier otra restricción que detecte el diseñador>

**Poscondiciones**

<Poscondiciones del CU>

**Identificación de los escenarios de uso**

<i>Nombre del Escenario</i>	<i>Inicio</i>	<i>Alternativo</i>	<i>Alternativo1</i>
<Nombre que identifica el escenario de USO, no se puede repetir>	<Flujo básico>	<Flujo Alternativo>	<Flujo Alternativo>

**Diseño resumido de las pruebas**

<i>Nombre del Escenario</i>	<i>Precondiciones de la ejecución</i>	<i>Especificación de los Datos</i>

**Matriz de Casos de Prueba Inicial**

<b>ID del Caso de Prueba</b>	<b>Escenario/ Condición</b>	<b>Dato 1</b>	<b>Dato 2</b>	<b>Dato 3</b>	<b>Resultado Esperado</b>
<Identificador del CP>	<Escenario al que pertenece>	<Valor del dato (V o I)>	<Valor del dato (V, I o NA)>	<Valor del dato (V, I o NA)>	<Resultado esperado>

**Matriz de Casos de Prueba Final**

<b>ID del Caso de Prueba</b>	<b>Escenario/ Condición</b>	<b>Dato 1</b>	<b>Dato 2</b>	<b>Dato 3</b>	<b>Resultado Esperado</b>
<Identificador del CP>	<Escenario al que pertenece>	<Valor real del dato>	<Valor real del dato>	<Valor real del dato>	<Resultado esperado>

**Anexo 5: Ejemplo del diseño de Casos de Prueba (Paso 2)**

ID del Caso de Prueba	Escenario/Condición	Usuario	Contraseña	Texto de imagen	Huella dactilar	Resultado Esperado
ICS1	Autenticación exitosa por nombre de usuario y la contraseña con el capta huellas conectado.	V	V	N/A	V	Inicia la sesión y muestra el nombre de usuario de la persona que se encuentra autenticada y la interfaz correspondiente al escritorio de trabajo del usuario en cuestión.
ICS2	Autenticación exitosa sin el dispositivo capta huellas	V	V	Escribir correctamente el texto	n/A	Inicia la sesión. Y se muestra el nombre de usuario de la persona autenticada y la vista correspondiente al escritorio de trabajo del usuario.
ICS3	Autenticación inválida (El usuario	I	N/A	N/A	N/A	Se muestra el mensaje de error "El

	no se encuentra registrado.) Con el capta huellas conectado					usuario no se encuentra registrado en el sistema". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS4	Autenticación inválida (Con la contraseña incorrecta.) Con el capta huellas conectado	V	I	N/A	V	Se muestra mensaje de error "La contraseña introducida es incorrecta". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS5	Autenticación inválida (La huella dactilar no se corresponde con los datos del Perfil de usuario) Con el capta huellas conectado	V	V	N/A	I	Se muestra mensaje de error "La huella introducida no se corresponde con el usuario". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS6	Ejecución del Caso de Prueba ICS4	Se pueden escribir otras contraseñas Inválidas				Se muestra el mensaje de error "Ha

	tres veces					sobrepasado los intentos permitidos para iniciar sesión, para mayor seguridad su perfil será bloqueado. Para obtener acceso nuevamente espere el tiempo establecido o contacte con el administrador del sistema.”
ICS7	Autenticación inválida (El usuario no se encuentra registrado.) Sin el captcha conectado	I	N/A	V	N/A	Se muestra el mensaje de error “El usuario no se encuentra registrado en el sistema”. Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS8	Autenticación inválida (Con la contraseña incorrecta.) Sin el captcha	V	I	V	N/A	Se muestra mensaje de error “La contraseña introducida es incorrecta”. Y

	huellas conectado					se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS9	Autenticación inválida Sin el capta huellas conectado (El texto de la imagen es incorrecto.)	V	V	I	N/A	Se muestra mensaje de error "El texto de la imagen introducido es incorrecto" Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente

**Anexo 6: Ejemplo del diseño de Casos de Prueba (Paso 3)**

<b>ID del Caso de Prueba</b>	<b>Escenario/Condición</b>	<b>Usuario</b>	<b>Contraseña</b>	<b>Texto de imagen</b>	<b>Huella dactilar</b>	<b>Resultado Esperado</b>
ICS1	Autenticación exitosa por nombre de usuario y la contraseña con el capta huellas conectado.	acmedina	acmedina	N/A	Huella de Andy	Inicia la sesión y muestra el nombre de usuario de la persona que se encuentra autenticada y la interfaz correspondiente al escritorio de trabajo del usuario en cuestión.
ICS2	Autenticación exitosa sin el dispositivo capta huellas	ii guerra	ii guerra	Escribir correctamente el texto	n/a	Inicia la sesión. Y se muestra el nombre de usuario de la persona autenticada y la vista correspondiente al escritorio de trabajo del usuario.
ICS3	Autenticación inválida (El usuario no se encuentra registrado.) Con el capta huellas conectado	regonzalez	regonzalez	n/a	huella de Ramón	Se muestra el mensaje de error "El usuario no se encuentra registrado en el sistema". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la

						autenticación nuevamente
ICS4	Autenticación inválida (Con la contraseña incorrecta.) Con el capta huellas conectado	iiguerra	iiguerrat7n	n/a	huella de Ramón	Se muestra mensaje de error "La contraseña introducida es incorrecta". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS5	Autenticación inválida (La huella dactilar no se corresponde con los datos del Perfil de usuario) Con el capta huellas conectado	iiguerra	iiguerra	n/a	cualquier a menos Ramón	Se muestra mensaje de error "La huella introducida no se corresponde con el usuario". Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS6	Ejecución del CP ICS4 tres veces	Se pueden escribir otras contraseñas incorrectas				Se muestra el mensaje de error "Ha sobrepasado los intentos permitidos para iniciar sesión, para mayor seguridad su perfil será bloqueado. Para obtener acceso nuevamente espere el

						tiempo establecido o contacte con el administrador del sistema.”
ICS7	Autenticación inválida (El usuario no se encuentra registrado.) Sin el capta huellas conectado	regonzalez	regonzalez	v	n/a	Se muestra el mensaje de error “El usuario no se encuentra registrado en el sistema”. Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS8	Autenticación inválida (Con la contraseña incorrecta.) Sin el capta huellas conectado	iiguerra	iiguerrat7n	v	n/a	Se muestra mensaje de error “La contraseña introducida es incorrecta”. Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente
ICS9	Autenticación inválida Sin el capta huellas conectado (El texto de la imagen es incorrecto.)	acmedina	acmedina	l	n/a	Se muestra mensaje de error “El texto de la imagen introducido es incorrecto” Y se regresa a la pantalla donde se solicita la autenticación nuevamente

**Anexo 7:** Indicadores a calcular en los procesos de revisión y prueba de los requisitos.

Indicadores	Fórmulas	Significado de las variables	Interpretación
Efectividad de los CP diseñados (ECPD) Efectividad de la Lista de Chequeo Empleada (ELCH)	$ECPD = 1 - (NCRL/CRA)$ $ELCH = 1 - (NCRL/CRA)$ $CRA = \sum(ARs + 0.5*ARns + 0.2*ARr)$ $ENRL = \sum(NCRs + 0.5*NCRns + 0.2*NCRr)$	<b>CRA:</b> Cantidad Real de Anomalías	Cuando el valor es "0" significa que la efectividad es de un 50%, cuando es "1" significa que la efectividad es de un 100%, Siempre que el valor sea menor que "-1" se considera que la efectividad es "0%"
		<b>NCRL:</b> Anomalías reales detectadas en el Laboratorio de liberación	
		<b>ARs:</b> Anomalías reales clasificadas como significativas	
		<b>ARns:</b> Anomalías reales clasificadas como no significativas	
		<b>ARr:</b> Anomalías reales clasificadas como recomendaciones	
		<b>NCRs:</b> Anomalías detectadas por el laboratorio de calidad, clasificadas como significativas	
		<b>NCRns:</b> Anomalías detectadas por el laboratorio de calidad, clasificadas como no significativas	
Eficacia de las Revisiones (ER) Eficacia de las pruebas (EP)	$ER = CRA/CAD$ $EP = CRA/CAD$	<b>CRA:</b> Cantidad Real de Anomalías	Más efectivo cuanto más cercano a 1, se expresa en porcentaje
		<b>CAD:</b> Total de Anomalías detectadas, incluyendo las rechazadas por el CCC	