



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: SISTEMA EXPERTO PARA REALIZAR AUDITORÍA DEL
RIESGO OPERATIVO TECNOLÓGICO EN LAS COOPERATIVAS DE
AHORRO Y CRÉDITO**

**AUTORES: RODRÍGUEZ LOGACHO, IVÁN WLADIMIR
TAMBACO TIPANTIZA, JEFFERSON ISRAEL**

DIRECTOR: ING. PÁLIZ OSORIO, VÍCTOR MANUEL

SANGOLQUÍ

2020

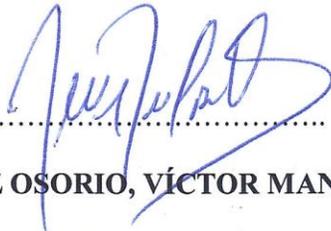


DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“SISTEMA EXPERTO PARA REALIZAR AUDITORÍA DEL RIESGO OPERATIVO TECNOLÓGICO EN LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO”*** fue realizado por los señores: ***Rodríguez Logacho, Iván Wladimir y Tambaco Tipantiza, Jefferson Israel*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de diciembre de 2019



.....
PÁLIZ OSORIO, VÍCTOR MANUEL

C.C.: 1708034622



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, *Rodríguez Logacho, Iván Wladimir y Tambaco Tipantiza, Jefferson Israel*, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***SISTEMA EXPERTO PARA REALIZAR AUDITORÍA DEL RIESGO OPERATIVO TECNOLÓGICO EN LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO*** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 17 de diciembre de 2019

Rodríguez Logacho, Iván Wladimir

C.C.: 1724120769

Tambaco Tipantiza, Jefferson Israel

C.C.: 1003785605



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, *Rodríguez Logacho, Iván Wladimir y Tambaco Tipantiza, Jefferson Israel*, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: ***SISTEMA EXPERTO PARA REALIZAR AUDITORÍA DEL RIESGO OPERATIVO TECNOLÓGICO EN LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO*** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 17 de diciembre de 2019

Rodríguez Logacho, Iván Wladimir

C.C.: 1724120769

Tambaco Tipantiza, Jefferson Israel

C.C.: 1003785605

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios y la Virgen del Quinche quienes iluminaron mi espíritu para poder cumplir con este objetivo.

A mis padres Alberto y Rosario quienes me han regalado todo lo bueno y siempre me han dado su amor, dedicación y apoyo incondicional, a ellos que gracias a su lucha y sacrificio han hecho de todos sus hijos unas personas de bien.

A mis hermanas que siempre están pendientes de mí apoyándome moral y económicamente a ellas por ser un ejemplo de superación y demostrarme que en la vida con esfuerzo y dedicación todo se puede conseguir.

A Eimy Litzay por ser la razón de mi existir y mi fuente de motivación diaria.

Jefferson

Este trabajo lo dedico a mi padre Viterio Faustino Rodríguez Morales y a mi madre Luz América Logacho Simba por ser el pilar fundamental en todos los logros que he conseguido en mi vida y por haberme inculcado los valores como la responsabilidad y el respeto que me han permitido llegar a este logro.

De igual manera se lo dedico a mis hermanos Mery, Carlos y Rommy por ser la fuente de motivación para superarme cada día más y estar junto a mí en cada paso de mi vida.

Se lo dedico también a mis abuelos, tíos y primos por sus palabras de apoyo y confianza durante mi vida personal y universitaria.

Iván

AGRADECIMIENTO

A agradezco a dios por instruir mi camino y darme fuerzas para terminar mi carrera universitaria.

A toda mi familia por la confianza y los consejos que me han brindado.

A mi hermana Verónica por ser una de las principales personas involucradas en mi desarrollo profesional.

Al ingeniero Víctor Páliz, quien ha sido un pilar fundamental y principal colaborador en el desarrollo de este trabajo de titulación que se ha convertido en más que un docente en un amigo.

A todos los docentes que abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos y a la tan prestigiosa Universidad por ser la sede de todo el conocimiento adquirido.

A todos mis amigos por estar siempre presentes en los momentos difíciles y por su apoyo incondicional.

¡Gracias!

Jefferson

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta aquí, agradezco a mis padres y mis hermanos por su amor y su apoyo en este trayecto de mi vida.

Agradezco a nuestro tutor el Ingeniero Víctor Paliz, por su tiempo y por ser nuestro guía en este trabajo de titulación. Finalmente agradezco a todas las personas que de una u otra forma me han ayudado en mi vida universitaria.

Iván

ÍNDICE

CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PROBLEMÁTICA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 ALCANCE.....	4
1.6 HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO	7

2.1 ESTADO DEL ARTE.....	7
2.1.1 PLANTEAMIENTO DE LA REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1.2 CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL (GC) Y EXTRACCIÓN DE PALABRAS RELEVANTES PARA LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CADENA DE BÚSQUEDA	9
2.1.4 SELECCIÓN DE ESTUDIOS	10
2.1.5 ELABORAR EL ESTADO DEL ARTE.....	10
2.1.6 CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO DEL ARTE.....	13
2.2 METODOLOGÍA	14
2.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.3.1 AUDITORIA.....	16
2.3.2 AUDITORIA INTERNA	17
2.3.3 RIESGO OPERATIVO	18
2.3.4 RIESGO TECNOLÓGICO	19
2.3.5 SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS.....	20
2.3.6 SISTEMAS EXPERTOS PARA AUDITORIA.....	21
2.3.7 SISTEMAS EXPERTOS VENTAJAS	21
2.3.8 COBIT 5 PROCESOS CATALIZADORES.....	22
2.3.9 ¿QUÉ ES LA SEPS?	23

2.3.10 NORMA DE CONTROL PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO OPERATIVO Y RIESGO LEGAL EN LAS ENTIDADES DEL SECTOR FINANCIERO POPULAR Y SOLIDARIO BAJO EL CONTROL DE LA SUPERINTENDENCIA DE ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA	24
2.3.11 COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO	27
2.3.12 COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO EN ECUADOR	27
CAPÍTULO 3	29
DESARROLLO	29
3.1 IDENTIFICACIÓN.....	29
3.1.1 PROBLEMA	29
3.1.2 SOLUCIÓN.....	29
3.1.3 PARTICIPANTES	30
3.1.4 TAREAS DEL SISTEMA EXPERTO.....	30
3.1.5 HERRAMIENTAS SOFTWARE	30
3.1.6 HERRAMIENTAS HARDWARE.....	32
3.2 CONCEPTUALIZACIÓN	33
3.2.1 BASE DEL CONOCIMIENTO	33
3.2.2 ESTRUCTURA PREGUNTAS	34
3.2.3 RECOMENDACIONES Y ACTIVIDADES PARA INCONFORMIDADES	35
3.3 FORMALIZACIÓN.....	38

3.3.1 BASE DE CONOCIMIENTO ESTRUCTURADA.....	38
3.3.2 OBTENCIÓN PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO.....	42
3.4 IMPLEMENTACIÓN.....	43
3.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.....	44
3.4.2 DIAGRAMAS CASOS DE USO.....	44
3.4.3 INGRESO BASE DEL CONOCIMIENTO.....	48
3.4.4 MOTOR DE INFERENCIA.....	50
3.4.5 SISTEMA EXPERTO.....	51
3.5 VALIDACIÓN.....	55
3.5.1 VERIFICACIÓN.....	55
3.5.2 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES.....	56
3.5.3 VERIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE INFERENCIA.....	56
3.5.4 VERIFICACIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS.....	57
3.5.5 VALIDACIÓN.....	57
CAPÍTULO 4.....	72
PRUEBAS.....	72
4.1 ESCENARIO DE EXPERIMENTACIÓN.....	72
4.2 DATOS OBTENIDOS.....	73
CAPÍTULO 5.....	81
CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	81

	x
5.1 CONCLUSIONES	81
5.2 TRABAJOS FUTUROS	82
ANEXOS.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Segmentación de la SEPS	5
Tabla 2 Grupo de control.....	8
Tabla 3 Estudios seleccionados	10
Tabla 4 Fases metodología de Buchanan	15
Tabla 5 Características de computadoras utilizadas en el desarrollo	32
Tabla 6 Preguntas del sistema	34
Tabla 7 Recomendaciones para cumplir con la norma.....	35
Tabla 8 Actividades para cumplir con las recomendaciones	36
Tabla 9 Segmentación de las cooperativas	39
Tabla 10 Secciones de la norma	40
Tabla 11 Activaciones de preguntas.....	40
Tabla 12 Actividades y recomendaciones	41
Tabla 13 Criterios de evaluación.....	42
Tabla 14 Porcentajes de las secciones	43
Tabla 15 Registro de usuario.....	45
Tabla 16 Registro de regla.....	45
Tabla 17 Registro de hecho	46
Tabla 18 Registro masivo de datos.....	46
Tabla 19 Realizar test	47
Tabla 20 Imprimir test.....	48

	xii
Tabla 21 Validación 1 Ingeniero del conocimiento	59
Tabla 22 Validación 2 Ingeniero del conocimiento	63
Tabla 23 Validación 3 Ingeniero del conocimiento	69
Tabla 24 Cálculo de efectividad	74
Tabla 25 Informa de recomendaciones	79
Tabla 26 Informe actividades	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de elaboración del estado del arte	7
Figura 2. Modelo de ciclo de vida propuesto por Buchanan.....	15
Figura 3. Formula de riesgo	19
Figura 4. Cronograma de implementación S1, S2, S3	25
Figura 5. Cronograma de implementación S4, S5	26
Figura 6. Requisitos de la norma.....	33
Figura 7. Proceso catalizador de Cobit 5	38
Figura 8. Modelo 1 base de conocimiento	39
Figura 9. Modelo 2 base de conocimiento	39
Figura 10. Diagrama casos de uso módulo administrativo	44
Figura 11. Diagrama caso de uso modulo auditoria.....	47
Figura 12. Matriz codificada regla sujeto	49
Figura 13. Matriz codificada regla predicado	49
Figura 14. Arquitectura del sistema experto	51
Figura 15. Pantalla de inicio del sistema.....	51
Figura 16. Módulo auditorio	52
Figura 17. Test de auditoria	52
Figura 18. Diagrama de flujo Sistema experto (SERT)	53
Figura 19. Test finalizado	55
Figura 20. Validación 1 Sistema	58
Figura 21. Camino recorrido por el experto y el sistema V1	61

Figura 22. Validación 2 Sistema	63
Figura 23. Camino recorrido por el experto y el sistema V2	66
Figura 24. Validación 3 Sistema	68
Figura 25. Camino recorrido por el experto y el sistema V3	71
Figura 26. Resultado del test	73
Figura 27. Datos reales de la cooperativa	73
Figura 28. Recomendaciones del sistema	76
Figura 29. Actividades del sistema	78

RESUMEN

Las Cooperativas de Ahorro y Crédito en el Ecuador han asumido un rol protagónico en la transformación e inclusión financiera. Hace una década las cooperativas de Ahorro y Crédito representaban menos del 5% del sistema, en el 2013 alcanzaron el 16% y en la actualidad alcanzan el 26% de acuerdo con la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), por tal razón se crea una norma de control para minimizar las interrupciones operativas en las organizaciones del sector financiero popular y solidario. En consecuencia, este trabajo plantea el desarrollo de un sistema experto que será útil para el auditor informático y responsable de riesgos al momento de realizar la auditoría interna en las cooperativas de Ahorro y Crédito permitiendo evaluar el cumplimiento de la norma de control para la administración del riesgo operativo emitida por la SEPS, utilizando herramientas como Pyclops, Frappe y el lenguaje de programación Python. El desarrollo de este sistema tiene como objetivo minimizar las pérdidas que se pueden derivar de eventos ocasionados por fallas o insuficiencias en tecnologías de la información. En la actualidad el riesgo operativo tecnológico presenta una de las mayores preocupaciones en las organizaciones de todo tipo y tamaño por ende una adecuada gestión resulta una necesidad de primer orden. Para este trabajo se realizó un análisis de trabajos anteriores, se desarrolló el sistema, se realizó pruebas y validación de resultados.

PALABRAS CLAVES:

- **SISTEMA EXPERTO**
- **AUDITORIA**
- **RIESGO OPERATIVO**
- **COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO**

ABSTRACT

The Savings and Credit Cooperatives in Ecuador have assumed a leading role in the transformation and financial inclusion. A decade ago, savings and credit cooperatives accounted for less than 5% of the system, in 2013 they reached 16% and currently reach 26% according to the Superintendence of Popular and Solidarity Economy (SEPS), for this reason creates a control standard to minimize operational disruptions in organizations of the popular and solidarity financial sector. Consequently, this work proposes the development of an expert system that will be useful for the IT auditor and risk manager at the time of performing the internal audit in the Savings and Credit cooperatives, allowing to evaluate compliance with the control standard for the administration of the operational risk issued by SEPS, using tools such as Pyclops, Frappe and the Python programming language. The development of this system aims to minimize losses that may arise from events caused by failures or inadequacies in information technology. At present, the technological operational risk presents one of the greatest concerns in organizations of all types and sizes, therefore proper management is a first-order need. For this work an analysis of previous works was carried out, the system was developed, tests and validation of results were performed.

KEYWORDS:

- **EXPERT SYSTEM**
- **AUDIT**
- **OPERATIONAL RISK**
- **COOPERATIVES OF SAVING AND CREDIT**

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe los antecedentes, problemática, justificación, objetivos y alcance del proyecto: “Sistema experto para realizar auditoría del riesgo operativo tecnológico en las cooperativas de ahorro y crédito”. Además, se muestra la pregunta de investigación la misma que da paso al planteamiento de la hipótesis.

1.1 ANTECEDENTES

Antes de la década de 1990, los riesgos operativos inherentes a las instituciones financieras se consideraban menores en comparación con sus riesgos crediticios y de mercado, pero con el advenimiento de la década de 1990 y la llegada de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, la innovación financiera y el aumento de la globalización, la visión prevaleciente de la importancia del riesgo operacional requería una reevaluación (Zhang C., 2008).

En Ecuador, “el cooperativismo inicia formalmente a mediados del siglo XX con el surgimiento de cooperativas de consumo, ahorro y crédito, promovidas desde el estado, las organizaciones religiosas y la cooperativa internacional” (Miño, 2013).

Según menciona El Comité de Basilea, el riesgo operativo es “el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos en los procesos, personal y sistemas internos o bien por causa de acontecimientos externos (Fernández Sanz & Bernad Silva, 2014). Lo que incluye el riesgo legal, pero excluye a los riesgos reputacional, estratégico y sistemático” (BIS, 2006).

Existen importantes entidades financieras a nivel mundial en las que se ha materializado el riesgo operativo causando grandes pérdidas y en algunos casos hasta la extinción de dichas entidades, dichas pérdidas han sido ocasionadas específicamente por fraudes contables, clonación

de tarjetas de crédito y ataques informáticos (BANCO DE ACUERDOS INTERNACIONALES, 2006).

Existen varios casos en el sector financiero donde la aplicación de sistemas expertos ayuda a la toma de decisiones, ya que simulan los conocimientos de un verdadero experto.

1.2 PROBLEMÁTICA

Existe una liquidación o absorción de las cooperativas de ahorro y crédito bastante numerosa en el Ecuador, al cierre de 2012 existían 823 cooperativas de ahorro y crédito distribuidas en los diferentes segmentos y a diciembre del 2018 se cuenta con 608 entidades. (CORDES, 2018).

Tras cambios normativos continuos y profundos en el sistema de regulación de las organizaciones cooperativas que conforman el sector Financiero Popular y Solidario de la Economía Popular y Solidaria del país, muchas organizaciones se han visto obligadas en ahondar esfuerzos para cumplir con lo normado y permanecer dentro de este sector (Herrera, 2018); sin embargo, las continuas resoluciones por los entes de control reflejan una inestabilidad normativa, situación con la que el sector viene desarrollándose.

En consecuencia, las cooperativas de ahorro y crédito que incumplen con las normas emitidas por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, presentan sanciones o suspensión de operaciones afectando tanto a sus empleados como a sus clientes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Entre el 2013 y diciembre del 2016 se liquidaron 200 cooperativas, según estadísticas de la Corporación de Seguro de Depósitos (Cosede). De esta cantidad, según información de la entidad, 62 se han liquidado por incumplimientos regulatorios. Los 138 restantes desaparecieron por consentimiento de los socios o producto de las fusiones. (Angulo & Astudillo, 2017)

Estas liquidaciones se realizan 5 años después de la aprobación de la Ley de economía popular y solidaria cuyo ente regulador es la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS). La SEPS tiene como uno de sus objetivos velar por la estabilidad, solidez y correcto funcionamiento de las organizaciones de la EPS, estableciendo normas de control para garantizar su correcto desarrollo, sin embargo, el poco conocimiento en cuanto a gestión provoca que las nuevas regulaciones terminen liquidando a varias organizaciones.

Recientemente la SEPS emitió normas para la administración del riesgo operativo, uno de los enfoques a tomar en cuenta en esta norma es el riesgo operativo tecnológico, el cual necesita de verdaderos expertos en TI para poder aplicarlos.

Un sistema experto es un "Sistema informático que utiliza el conocimiento sobre un determinado dominio para alcanzar la solución ante un problema de ese dominio. Esta solución es esencialmente la misma que la que se obtendría por una persona con conocimiento de la materia cuando se enfrentase al mismo problema" (Castillo, Gutiérrez, & Hadi, 1995). La implementación de un sistema experto para auditar las normas de riesgo operativo tecnológico de la SEPS en cooperativas de ahorro y crédito, ayudaría a conocer los riesgos operativos tecnológicos presentes en la organización, las acciones que deberían llevar a cabo para solucionar los riesgos presentes en consecuencia cumpliendo con las normas de las entidades del estado; y es que un sistema experto como lo define Campos & Moral "simula a los expertos humanos en un área de especialización dada" (Campos & Moral, 1995), permitiría a las cooperativas de ahorro y crédito no solo tener un primer vistazo de su estado inicial sino también el evitar contratar expertos que son muy costosos para este tipo de organizaciones.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema experto para realizar auditoría del riesgo operativo tecnológico en las cooperativas de ahorro y crédito del segmento 1,2 y 3 utilizando la norma emitida por la superintendencia de economía popular y solidaria.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Revisar el estado de arte actual, referente a sistemas expertos en el riesgo operativo tecnológico mediante la revisión documental para obtener una perspectiva inicial del desarrollo del sistema.
- ii. Desarrollar un sistema experto para realizar auditoría del riesgo operativo tecnológico en una cooperativa de ahorro y crédito del segmento 1,2 y 3 utilizando la norma emitida por la superintendencia de economía popular y solidaria mediante la metodología de Buchanan.
- iii. Probar el sistema experto en una cooperativa de ahorro y crédito del Ecuador para determinar su eficiencia.

1.5 ALCANCE

Esta investigación busca construir un sistema experto para la auditoría del riesgo operativo tecnológico en las cooperativas de ahorro y crédito. Como casos de estudio se utilizarán las cooperativas de segmento 1,2 y 3 catalogadas y controladas por la SEPS, esta segmentación se realiza de acuerdo al tipo y saldo de sus activos como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1*Segmentación de la SEPS*

Segmento	Activos (USD)	Nro. Entidades
1	Mayor a 80'000.000,00	31
2	Mayor a 20'000.000,00 hasta 80'000.000,00	40
3	Mayor a 5'000.000,00 hasta 20'000.000,00	80
4	Mayor a 1'000.000,00 hasta 5'000 000,00	176
5	Hasta 1'000.000,00	277

Fuente: (SEPS, 2018)

Se desarrollará un sistema experto utilizando CLIPS (C Language Integrated Production System) que es un lenguaje de programación basado en reglas, útil para crear sistemas expertos y otros programas donde una solución heurística es más fácil de implementar y mantener que una solución algorítmica. (CLIPS, 2018). Para el desarrollo se utilizará la metodología Buchanan, similar al desarrollo en cascada.

Para delimitar el alcance del proyecto de investigación se dividió en las siguientes fases:

- 1) Estudio sobre los diferentes factores del riesgo operativo tecnológico que se presentan en las cooperativas de ahorro y crédito del segmento 1,2 y 3 de acuerdo a la clasificación de la SEPS.
 - a. Identificar los factores de riesgo tecnológico con mayor incidencia en las cooperativas de ahorro y crédito.
 - b. Elaborar un listado de los factores para el desarrollo del sistema experto.
- 2) Análisis de las tecnologías para implementar sistemas expertos en el área de la auditoría.
 - a. Identificar las tecnologías de vanguardia utilizadas en la toma de decisiones para la gestión.

- b. Escoger la tecnología que más se acople a las necesidades del sistema experto propuesto.
- 3) Desarrollo del sistema experto (metodología de Buchanan)
- a. Análisis de la metodología y características más relevantes en el desarrollo de sistema experto.
 - b. Construcción del sistema experto para la auditoría del riesgo operativo tecnológico.
- 4) Prueba del sistema experto en una cooperativa de ahorro y crédito del segmento 1,2 o 3.
- a. Escoger una cooperativa de ahorro y crédito y probar el sistema experto.
 - b. Comparación de los resultados obtenidos con el sistema experto y un auditor.
 - c. Exponer los resultados

El producto de esta tesis cumplirá con lo establecido en el código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación.

1.6 HIPÓTESIS

El desarrollo de una aplicación para auditoría del riesgo operativo tecnológico en las cooperativas de ahorro y crédito, permitirá reducir las sanciones hacía las cooperativas de ahorro y crédito provocados por el incumplimiento de la norma emitida por la superintendencia de economía popular y solidaria.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta un proceso de revisión de literatura referente al problema de investigación para elaborar el estado del arte, se explica la metodología utilizada para el desarrollo del prototipo que se basa en la ingeniería del conocimiento. Además, se presenta la fundamentación teórica con los temas relevantes en el contexto de la auditoría, sistemas expertos, riesgo operativo tecnológico y Cobit 5 Procesos Catalizadores el mismo que permitió obtener las actividades para el cumplimiento de los artículos de la norma de control.

2.1 ESTADO DEL ARTE

Para analizar el estado del arte acerca del sistema experto para la auditoría del riesgo operativo tecnológico se realizó un proceso de revisión de literatura.

Las fases consideradas para este proceso se muestran en la *figura 1* y se describen a continuación.

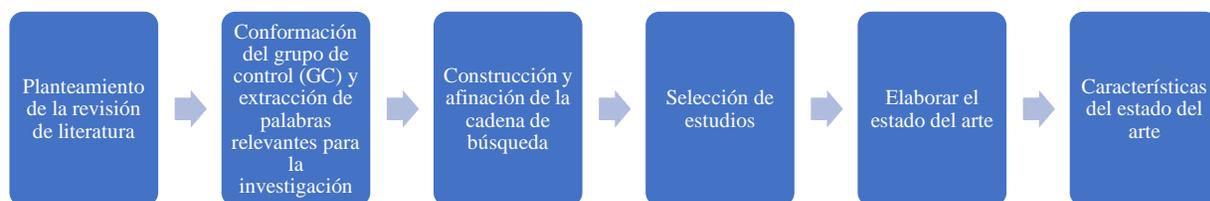


Figura 1. Método de elaboración del estado del arte

2.1.1 PLANTEAMIENTO DE LA REVISIÓN DE LITERATURA

En esta fase se realizó una breve descripción del problema de investigación para proporcionar un contexto para la búsqueda de estudios científicos; posteriormente se definió un

grupo de control que permitió extraer las palabras clave necesarias para obtener una cadena de búsqueda lo más exacta posible, lo cual permitió encontrar los artículos primarios que nos permitió plantear las preguntas de investigación necesarias.

2.1.2 CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL (GC) Y EXTRACCIÓN DE PALABRAS RELEVANTES PARA LA INVESTIGACIÓN

En esta fase cada investigador propuso estudios relevantes que podrían ser parte del grupo de control. Posteriormente se realizó una validación cruzada para obtener los artículos más beneficios que servirán de apoyo para el proyecto los mismos que se indican en la tabla 2.

Tabla 2

Grupo de control

Título	Cita	Palabras clave
A Knowledge Based Scheme for Risk Assessment in Loan Processing by Banks	(Partha Saha, 2016)	Knowledge-based systems; Compliance auditing; Logistic Regression; Risk management.
A method for modelling operational risk with Fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks	(Azar & Dolatabad, 2018)	Operational risk, Causal modeling, Bayesian Belief Networks, Fuzzy Cognitive Maps.
Probabilistic and discriminative group-wise feature selection methods for credit risk analysis	(Gonen & Gonen, 2012)	Credit risk analysis Feature selection Probit classifier Multiple kernel learning Sparsity

2.1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CADENA DE BÚSQUEDA

Se utilizaron varias cadenas de búsquedas hasta llegar a la más óptima.

2.1.3.1 CADENA V1

ALL (("operational risk") AND ("expert system") AND ("financial sector") AND ("AUDIT"))

Esta cadena reflejó a penas 6 artículos con lo cual se dio a entender que la cadena no era la correcta.

2.1.3.2 CADENA V2

ALL (("operational risk") AND ("expert system" or "artificial intelligence") AND ("financial sector"))

Esta cadena reflejó a penas 14 artículos con lo cual se dio a entender que la cadena no era la correcta.

2.1.3.3 CADENA V3

Luego de varios cambios en la cadena de búsqueda se llegó a obtener una cadena óptima la cual se muestra a continuación.

ALL (("operational risk") AND ("expert system") AND ("BANKS"))

Al realizar un filtro por año y tipo de artículo se llegó a obtener 82 artículos siendo este un número manejable de artículos, dentro de esta cadena de búsqueda también se encontraron los artículos mencionados en el grupo de control.

La búsqueda de los artículos se los realizó en la base digital "ScienceDirect" a través de la herramienta "Advance Search".

2.1.4 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

De los artículos obtenidos, se eligieron 5 artículos primarios los cuales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Estudios seleccionados

Código	Título	Cita
EP1	A Knowledge Based Scheme for Risk Assessment in Loan Processing by Banks	(Partha Saha, 2016)
EP2	A method for modelling operational risk with Fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks	(Azar & Dolatabad, 2018)
EP3	Probabilistic and discriminative group-wise feature selection methods for credit risk analysis	(Gonen & Gonen, 2012)
EP4	An Artificial Neural Network and Bayesian Network model for liquidity risk assessment in banking	(Tavanaa, Abtahi, Caprio, & Poortarigh, 2017)
EP5	An expert system approach for quality assurance auditing	(Goldberg & Shmilovici, 2005)

2.1.5 ELABORAR EL ESTADO DEL ARTE

EP1 Partha Saha (2016): A Knowledge Based Scheme for Risk Assessment in Loan Processing by Banks

El paper “A Knowledge Based Scheme for Risk Assessment in Loan Processing by Banks” argumenta que, la insuficiencia en el proceso de auditoría de cumplimiento es una de las razones

principales detrás de los fraudes corporativos y la acumulación de activos improductivos en el sector bancario.

Este documento propone un esquema de auditoría de cumplimiento automatizado impulsado por el conocimiento para el procesamiento de préstamos por parte de los bancos. Se utiliza un modelo basado en regresión logística para derivar las puntuaciones de riesgo, el modelo automatiza la predicción del nivel de riesgo, el impacto del riesgo y la facilidad de detección de casos fraudulentos relacionados con el procesamiento de préstamos. El método basado en el conocimiento tiene el potencial de ahorrar tiempo y recursos humanos costosos al automatizar el análisis de riesgo de los casos de procesamiento de préstamos fraudulentos reportados por los bancos.

EP2 Azar & Dolatabad (2018): A method for modelling operational risk with Fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks

El paper “A method for modelling operational risk with Fuzzy cognitive maps and Bayesian belief networks” argumenta que, una de las principales preocupaciones de la gestión de riesgos en las instituciones financieras es la medición del riesgo operacional y su valor en riesgo como un requisito del acuerdo de Basilea II. Además de la cuantificación del riesgo, es necesario identificar el mecanismo causal que conduce a la pérdida operativa para planificar las actividades de mitigación del riesgo. Las redes de creencias bayesianas (BBN) son un método de modelado causal capaz de alcanzar ambos objetivos simultáneamente. En este documento, se propone un método que combina mapas cognitivos difusos (FCM) y BBN para mejorar la capacidad de BBN en el modelado de riesgos operacionales. En la primera fase, un modelo causal se construye aplicando FCM y luego se propone un nuevo método de migración para traducir los parámetros de FCM a

los de BBN. Luego se presenta un estudio de caso de un banco privado iraní para examinar y validar el método propuesto y obtener sus resultados.

EP3 Gonen & Gonen (2012): Probabilistic and discriminative group-wise feature selection methods for credit risk analysis

El paper “Probabilistic and discriminative group-wise feature selection methods for credit risk analysis” argumenta que muchas organizaciones financieras, como bancos y minoristas, utilizan herramientas de análisis de riesgo de crédito (CRA) en gran medida debido a las recientes crisis financieras y regulaciones más estrictas. Esta estrategia les permite gestionar sus riesgos financieros y operativos dentro del grupo de institutos financieros. Los algoritmos de aprendizaje automático, especialmente los clasificadores binarios, son muy populares para ese propósito. En aplicaciones de la vida real, como CRA, se utilizan algoritmos de selección de características para disminuir el costo de adquisición de datos y aumentar la capacidad de interpretación del proceso de decisión. En este estudio, se propone utilizar el clasificador probit con una estructura previa adecuada y un aprendizaje múltiple del kernel con un procedimiento adecuado de construcción del kernel para realizar una selección de características a nivel de grupo, es decir, eliminar un grupo de características si no son útiles. Los experimentos en dos conjuntos de datos de CRA estándar muestran la validez y la eficacia de las variantes de algoritmo de clasificación binaria propuestas.

EP4 Tavanaa, Abtahi, Caprio, & Poortarigh (2017): An Artificial Neural Network and Bayesian Network model for liquidity risk assessment in banking

El paper “An Artificial Neural Network and Bayesian Network model for liquidity risk assessment in banking” argumenta que, el riesgo de liquidez representa una amenaza financiera devastadora para los bancos y puede llevar a consecuencias irreversibles en caso de subestimación o negligencia. Para abordar estos problemas, se propone un método que utiliza dos

de las técnicas de aprendizaje automático más recientes, a saber, Redes Neuronales Artificiales (ANN) y Redes Bayesianas (BN). Las variables del modelo son los índices de liquidez y se han elegido sobre la base de los datos generalmente disponibles de un balance bancario estándar. Las implementaciones ANN y BN fueron capaces de distinguir los factores de riesgo más críticos y medir el riesgo por una aproximación funcional y una estimación distributiva, respectivamente. Ambos modelos fueron evaluados a través de sus procesos específicos de capacitación y aprendizaje y obtuvieron resultados muy consistentes.

EP5 Yoram Goldberg & Armin Shmilovici (2005): An expert system approach for quality assurance auditing.

El paper “An expert system approach for quality assurance auditing” argumenta que el propósito de la auditoría es verificar el grado en que se están cumpliendo las normativas expedidas por parte de los entes reguladores, por lo tanto, el auditor realiza su evaluación en base a esas normativas siguiendo su mejor juicio. En este paper se propone un enfoque de sistema experto que permita clasificar los resultados de la auditoría de un sistema de calidad, el mismo que puede ser usado para capacitar y monitorear a personas que sean novatas en el ámbito de la auditoría facilitando la toma de decisiones en los informes de la auditoría realizada.

2.1.6 CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO DEL ARTE

Existe una cantidad limitada de estudios relevantes en cuanto a Sistema experto para la auditoría del riesgo operativo la mayoría de los estudios se basan en mitigar el riesgo financiero ya sea el procesamiento de préstamos o el riesgo de crédito. Los estudios encontrados utilizan redes bayesianas, Redes Neuronales Artificiales o algoritmos de aprendizaje automático para modelar los eventos de pérdida y distinguir los factores de riesgos más críticos.

Entre todos los artículos encontrados tan solo uno trata de auditoría de riesgo donde diseña un sistema de evaluación de riesgos de detección de auditoría que pueda evaluar con mayor precisión el riesgo.

2.2 METODOLOGÍA

Así como existen varias metodologías para el desarrollo de sistemas de información convencionales, también existen varias metodologías para el desarrollo de sistemas basados en el conocimiento (LLANGARÍ SILVA, 2016). Entre las principales metodologías utilizadas para el desarrollo de sistemas basados en el conocimiento están las propuestas por Buchanan, Grover, Weiss y Kulikowski y la metodología IDEAL (Ferrer, Roché, Castillo, & Risco, 2015)

Para el desarrollo del sistema experto se utilizó la metodología de Buchanan, esta metodología se basa en el ciclo de vida en cascada, el paradigma más antiguo de la ingeniería de software, esta metodología permite revisiones constantes y posibles cambios redefiniendo el sistema implementado. (Delgado, Cortez, & Ibañez, 2015).

La metodología de Buchanan contempla 5 fases en su modelo de ciclo de vida como se muestra a continuación en la *figura 2*.

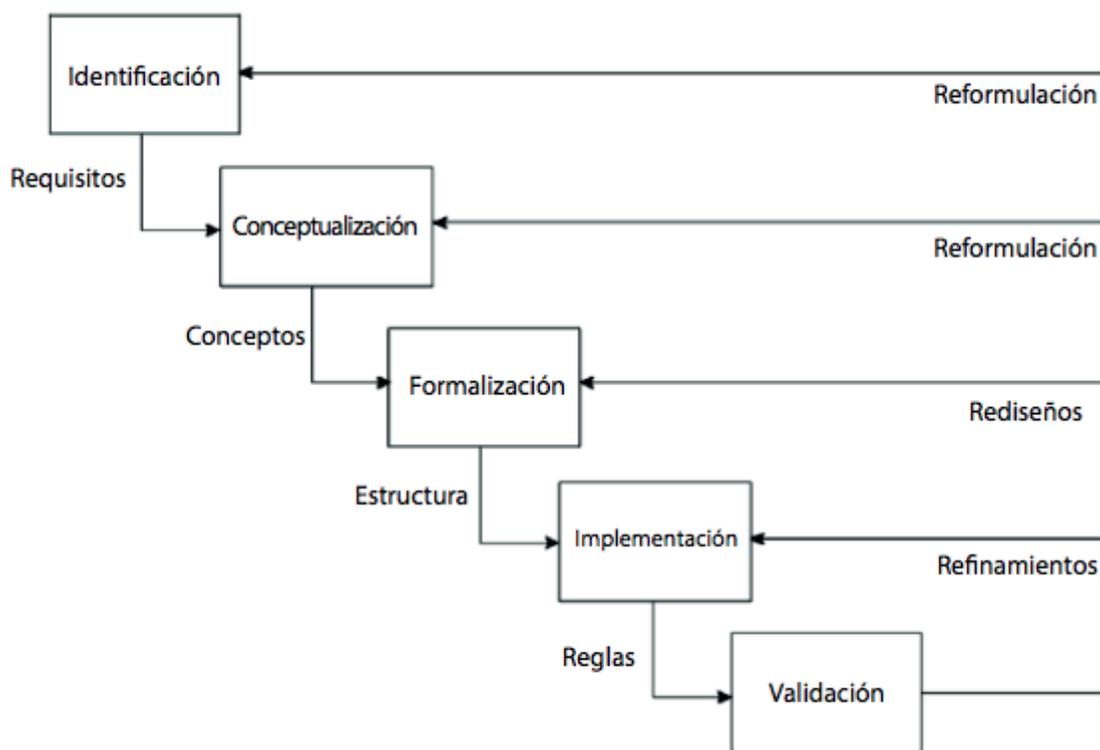


Figura 2. Modelo de ciclo de vida propuesto por Buchanan

Fuente: (Delgado, Cortez, & Ibañez, 2015)

La característica más importante de la metodología de Buchanan es la constante relación que existe entre el ingeniero de conocimiento y el experto humano, los dos responsables de reproducir el sistema experto. A continuación, en la tabla 4 se muestra cada una de las fases de la metodología de Buchanan.

Tabla 4

Fases metodología de Buchanan

Identificación	El ingeniero de conocimiento y el experto identifican el problema, los recursos necesarios y los objetivos del sistema experto.
Conceptualización	El ingeniero de conocimiento y el experto se reúnen para definir con precisión conceptos, relaciones clave, y mecanismos de control que permiten la creación de la base de conocimiento.

CONTINÚA



Formalización	Se expresan conceptos y relaciones previamente definidos en un lenguaje de construcción de sistemas experto. El ingeniero de conocimiento debe comprender la naturaleza y la estructura del conocimiento que debe capturar el sistema.
Implementación	El conocimiento formalizado se convierte en un sistema experto prototipo en el que los programadores prueban varios enfoques hasta que el prototipo parece funcionar como el experto.
Validación	Se realiza pruebas de utilidad y rendimiento. Se verifica y valida cada requisito del sistema experto para demostrar que la representación del conocimiento es correcta y que el motor de inferencia reproduce la decisión del experto.

Fuente: (Baumert, Critchfield, & Leavitt, 1988)

2.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.3.1 AUDITORIA

Las directrices de la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre auditoría utilizan el término auditoría para representar un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia de auditoría y evaluarla objetivamente para lograr determinar hasta qué punto se cumplen los criterios de auditoría. (Sanson, 2018)

La misión de la auditoría deja de limitarse a la mera actividad de control y asume una función de asesoramiento a los órganos directivos de la empresa. Son dos las funciones que cumple la auditoría, controlar la eficacia de las políticas y los medios que utiliza la empresa descubriendo cualquier desviación sobre lo planificado y recomendar las medidas adecuadas para corregir o mejorar determinadas actuaciones. (Villardefrancos & Rivera, 2006)

Al igual que las auditorías financieras, de calidad y operativas pueden ejecutarse en toda la entidad o en diferentes niveles dentro de una organización las auditorías de TI, las mismas que se pueden evaluar en organizaciones enteras, unidades de negocios individuales, funciones de misión

y procesos de negocios, servicios, sistemas, infraestructura o componentes de tecnología. Los elementos internos de control de TI pueden auditarse de forma aislada o en conjunto, aunque incluso cuando una auditoría de TI dada se enfoca de manera estrecha en un aspecto de TI, los auditores deben considerar los contextos técnicos, operativos y ambientales más amplios. (Gantz, IT Audit Fundamentals, 2014)

2.3.2 AUDITORIA INTERNA

La auditoría interna es una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consultoría diseñada para agregar valor y mejorar las operaciones de una organización. Ayuda a una organización a lograr sus objetivos al brindar un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la efectividad de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno. (Auditors, 2013)

La auditoría externa también presenta un enfoque disciplinado y definido formalmente e informa la gestión de riesgos, las determinaciones de la efectividad del control y el gobierno organizativo, pero las auditorías internas son realizadas por los empleados de la organización o contratistas contratados para trabajar en nombre de la organización sujetos a las auditorías, siguiendo planes, procedimientos y criterios elegidos por la organización. (Gantz, Internal Auditing, 2014)

La función de auditoría interna ayuda a la administración a mejorar los controles internos de las operaciones, los informes y el cumplimiento. Es un componente importante del gobierno corporativo de alta calidad. El control interno es un proceso diseñado para ayudar a la administración a lograr tres objetivos organizacionales: efectividad y eficiencia de las operaciones, confiabilidad de los informes y cumplimiento con las leyes y regulaciones aplicables. (Chang, Chen, Cheng, & Chi, 2018)

2.3.3 RIESGO OPERATIVO

En las instituciones financieras el riesgo operativo se define como el riesgo de pérdida por procesos internos, personas y sistemas inadecuados o fallidos o por eventos externos. En términos prácticos, el riesgo operativo es el riesgo de pérdida por problemas tales como errores humanos, fallas del sistema y mal tiempo. El riesgo operativo es solo un término relativamente nuevo para algunos riesgos muy antiguos como el fraude y la irregularidad de fondos, y algunos riesgos más nuevos como el cibercrimen y las fallas del sistema informático. (Robertson, 2016)

Cada negocio implica un riesgo operativo, aunque algunos están expuestos a él mucho más que otros. Este es un problema que se conoce desde hace mucho tiempo, pero que recientemente fue estructurado como una clase distinta y se ha tomado las respectivas medidas para tener una buena administración. El Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria ha definido siete clases de riesgo operativo:

1. Fraude interno
2. Fraude externo
3. Prácticas laborales y seguridad laboral
4. Clientes, productos y prácticas comerciales
5. Daño a los activos físicos
6. Interrupción del negocio y fallas del sistema
7. Ejecución, entrega, adquisición, gestión

(Chorafas, 2003)

2.3.4 RIESGO TECNOLÓGICO

El riesgo tecnológico se define como la probabilidad de sufrir daños o pérdidas económicas, ambientales y humanas debido a fallas tecnológicas o accidentes derivados de una actividad humana. (Gentili, Fernández, & Campo, 2018)

Un concepto previo importante es la definición del término riesgo, entendido como algo persistente que puede suceder, pero todavía no lo ha hecho; sin embargo, pueden identificarse y actuar sobre sus causas, y de esta manera disminuir o eliminar sus consecuencias.

Una fórmula tradicional que es capaz de calificar los riesgos se muestra en la *figura 3*.

$$\textit{Risk} = \textit{Occurrence Probability} * \textit{Impact}$$

Figura 3. Formula de riesgo
Fuente: (Duque, Morales, & Gonzalez, 2018)

La gestión de los riesgos tecnológicos es importante dado que las organizaciones al usar tecnología en su actividad diaria y como parte de sus procesos de negocio se encuentran expuestas a este tipo de riesgos; por ello pueden afectar la actividad propia de las mismas y ser fuentes de pérdidas y daños considerables. (Ramírez & Ortiz, 2011)

El riesgo de origen tecnológico puede incidir sobre las metas y los objetivos organizacionales y ser causa de otro tipo de riesgos al ser intrínseco al uso de tecnología. Por ello, cuestiones tales como el daño, la interrupción, la alteración o la falla derivada del uso de tecnologías pueden implicar pérdidas significativas en las organizaciones, desgranamientos financieros, multas, acciones legales, afectación de la imagen pública de una organización y causar inconvenientes a nivel operativo y estratégico. (Corda, Viñas, & Coria, 2017)

2.3.5 SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS

Desde sus principios, el principal objetivo de la Inteligencia Artificial era el desarrollo de sistemas que pudieran pensar y resolver problemas tan inteligentemente como lo hacían los expertos humanos. (Palma & Paniagua Arís, 2000). El desarrollo de sistemas expertos se fundamenta en la Ingeniería de Conocimiento que es una subdisciplina de la Inteligencia Artificial.

Los sistemas expertos basados en reglas emulan la capacidad de toma de decisiones de los expertos humanos. Están diseñados para resolver problemas como lo hacen los humanos, explotando el conocimiento o la experiencia humana codificada. Este conocimiento se puede extraer y adquirir directamente a través de la interacción con humanos, así como de recursos impresos y electrónicos como libros, revistas y sitios web. El trabajo de los ingenieros del conocimiento consiste en extraer el conocimiento de los expertos humanos en una determinada área, y en codificar dicho conocimiento de manera que pueda ser procesado por un sistema software. (Pytel, y otros, 2011). Los sistemas basados en reglas están diseñados para resolver problemas en un dominio seleccionado. (Engin, y otros, 2014) Básicamente, un sistema experto está diseñado para resolver problemas complejos razonando sobre el conocimiento que se representa como reglas if-then.

Un sistema experto puede definirse como un conjunto de programas que utilizan la experiencia humana como conocimiento que se almacena en forma codificada y puede manipularlo para resolver problemas en un dominio especializado. El conocimiento de un sistema experto debe codificarse y almacenarse en la forma que el sistema pueda usar en sus procesos de razonamiento realizados por el motor de inferencia. (Patel, Virparia, & Patel, 2012)

2.3.6 SISTEMAS EXPERTOS PARA AUDITORIA

Los sistemas expertos se han utilizado en la práctica de auditoría desde mediados de los años ochenta. Los sistemas expertos que vemos actualmente utilizan algunas de las opciones y posibilidades que ofrece la tecnología de sistemas expertos en la actualidad, algunos podrían reemplazarse fácilmente por sistemas de bases de datos o de procesamiento de texto sin ningún cambio para el usuario de hecho, muchos de estos sistemas son simplemente sistemas de bases de datos y solo llevan el nombre de sistema experto por razones de marketing. (Dijk & Williams, 1990)

La importancia del diseño y la construcción de sistemas expertos radican en la posibilidad de multiplicar la forma de actuar de los expertos, en ocasiones muy limitadas y hacer que el sistema funcione como un soporte para el usuario con una experiencia menor. El sistema experto mantiene el conocimiento del experto para un campo determinado y propone soluciones a través de la inferencia lógica que coloca el razonamiento que guía el desempeño de este especialista en el campo. (Duque, Morales, & Gonzalez, 2018)

La implementación y el uso de estos sistemas poderosos plantean una variedad de cuestiones éticas significativas, los riesgos éticos y las posibles consecuencias para las partes interesadas adquieren una importancia creciente. (Dillard & Yuthas, 2001)

2.3.7 SISTEMAS EXPERTOS VENTAJAS

Existen muchas ventajas respecto a la utilización de sistemas expertos por ejemplo disminuyen los costos ya que reducen la necesidad de expertos humanos, son permanentes pueden usarse para diferentes sistemas de conocimiento lo que aumenta la funcionalidad, aumentan la confiabilidad ya que minimizan los errores a los que los humanos son propensos; y si está diseñado

por múltiples expertos, puede aumentar la confianza. Además, carecen de emociones humanas, que son fuentes de errores en los sistemas basados en humanos. (Engin, y otros, 2014)

Mientras que un experto humano tiene limitaciones y percances propias de su condición humana, es decir: se enferma, envejece, migra a otras empresas, el Sistema Experto, respecto a sus pares humanos, no sufre de estas cuestiones y se convierte en una herramienta estable para su entorno y fiable porque sus actividades son completamente replicables.

A esto se le suma la velocidad de procesamiento que es mayor al de un ser humano. Debido a la escasez de expertos humanos en determinadas áreas, los SE pueden almacenar su conocimiento para cuando sea necesario poder aplicarlo. Así mismo los SE pueden ser utilizados por personas no especializadas para resolver problemas. Finalmente, si una persona utiliza con frecuencia un SE aprenderá de él. (Badaró, Ibañez, & Agüero, 2013)

2.3.8 COBIT 5 PROCESOS CATALIZADORES

Cobit es un marco de trabajo para el Gobierno y la Gestión de TI, está organizado con el objetivo de garantizar el uso adecuado de los recursos de TI, este marco está alineado con las estrategias de las organizaciones.

COBIT 5 incluye un modelo de referencia de procesos que define y describe en detalle varios procesos de gobierno y de gestión. Esto proporciona un modelo de referencia de procesos que representa todos los procesos encontrados normalmente en una empresa respecto a las actividades de IT, ofreciendo un modelo de referencia común entendible para gerentes de operativa TI y de negocio. El modelo de procesos propuesto es completo, exhaustivo, pero no es el único modelo posible. Cada empresa debe definir su propio conjunto de procesos, teniendo en cuenta su situación específica. (Isaca, 2012)

2.3.9 ¿QUÉ ES LA SEPS?

La Superintendencia de Economía Popular y Solidaria una entidad técnica que supervisa y controla a las organizaciones de la economía popular y solidaria, con personalidad jurídica de derecho público y autonomía administrativa y financiera, que busca el desarrollo, estabilidad, solidez y correcto funcionamiento del sector económico popular y solidario.

El sector popular y solidario enfrenta la pobreza de una forma efectiva y democrática colocando a las personas en el centro de todo proceso, por tal razón la SEPS trabaja a favor de las instituciones que están sujetas a su control precautelando que los derechos de los socios no sean vulnerados.

Las atribuciones que la Ley otorga a la Superintendencia, respecto de las organizaciones de la Economía Popular y Solidaria (EPS) y del Sistema Financiero Popular y Solidario (SFPS), son:

- Ejercer el control de sus actividades económicas;
- Velar por su estabilidad, solidez y correcto funcionamiento;
- Otorgar personalidad jurídica a estas organizaciones;
- Fijar tarifarios de servicios;
- Autorizar las actividades financieras que dichas organizaciones desarrollen;
- Levantar estadísticas;
- Imponer sanciones; y,
- Expedir normas de carácter general.

(SEPS, 2019)

2.3.10 NORMA DE CONTROL PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO OPERATIVO Y RIESGO LEGAL EN LAS ENTIDADES DEL SECTOR FINANCIERO POPULAR Y SOLIDARIO BAJO EL CONTROL DE LA SUPERINTENDENCIA DE ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA

La Superintendencia de Economía Popular y Solidaria supervisa y controla el funcionamiento del sector popular y solidario en el Ecuador por ende en sus atribuciones resuelve expedir la “Norma de control para la administración del riesgo operativo y riesgo legal en las entidades del sector financiero popular y solidario bajo el control de la superintendencia de economía popular y solidaria”. (SEPS, 2019)

La fecha de emisión de la norma fue el 26 de noviembre de 2018, posteriormente el 13 de diciembre del mismo año existió una reforma a esa norma sustituyendo en el artículo 3 la definición de “Plan de Continuidad”. A partir de esa fecha la norma entra en vigencia y las entidades empiezan a implementar la misma dentro de los plazos previstos por la entidad reguladora estos plazos se encuentran por número de días y dependiendo del segmento al que pertenece tiene un número de plazo y temas diferentes. En las *figuras 4 y 5* se muestra el cronograma con los plazos previstos para la implementación.

Nº	TEMA	PLAZO EN DÍAS		
		SEGMENTO 1, CAJA CENTRAL, MUTUALISTAS Y CORPORACIÓN	SEGMENTO 2	SEGMENTO 3
1	Identificar las líneas de negocio	180	270	360
2	Definir el portafolio de procesos	180	270	360
3	Elaborar manual de administración de procesos	540	900	1080
4	Levantar los procesos de la entidad	720	1080	1440
5	Construir la bases de datos del recurso humano de la entidad	90	120	180
6	Elaborar manual descriptivo de cargos	180	270	360
7	Elaborar el manual de administración del personal	270	360	540
8	Conformar la unidad de tecnología de información	90	120	N/A
9	Nombrar al responsable de tecnología de información	N/A	N/A	180
10	Conformar el comité de tecnología de información	90	120	N/A
11	Implementar políticas, procesos, procedimientos y metodologías para la administración de la tecnología de información (manual)	360	540	720
12	Elaborar el plan estratégico de tecnologías de la información (PETI)	720	1080	N/A
13	Definir o actualizar los planes de contingencia y continuidad del negocio y cronograma de implementación	360	1080	N/A
14	Aplicar el cronograma de implementación de planes de contingencia y continuidad del negocio	720	1440	N/A
15	Definir un plan de recuperación de desastres de tecnología de información	N/A	N/A	720
16	Elaborar e implementar la matriz de riesgo operativo	360	540	N/A
17	Actualizar la matriz de riesgo operativo con los eventos de riesgo históricos identificados (base de eventos de riesgo operativo)	720	1080	N/A

18	Registro de eventos de riesgo	N/A	N/A	1440
19	Elaborar manual de contratación de proveedores	90	210	270
20	Elaborar manual de riesgo operativo que contenga las políticas, procesos y metodologías para la administración del riesgo operativo incluido el riesgo legal	1080	1440	1800

N/A= No aplica

Figura 4. Cronograma de implementación S1, S2, S3

Fuente: (SEPS, 2019)

Los plazos establecidos para las cooperativas de los segmentos 4 y 5 se muestran en la *figura*

5.

N°	TEMA	PLAZO EN DÍAS	
		SEGMENTO 4	SEGMENTO 5
1	Identificar líneas de negocio	360	360
2	Definir documento de administración de procesos	720	1080
3	Levantar procesos productivos (captación, colocación, atención y servicio al socio)	1080	1440
4	Elaborar manual descriptivo de cargos	720	1080
5	Elaborar e implementar la bitácora de eventos de riesgo	1440	1800
6	Elaborar y aprobar el presupuesto de operación de tecnología de información	720	720
7	Respaldar fuera del área de procesamiento, los movimientos de operaciones activas, pasivas, contingentes y de servicios	720	720
8	Realizar el inventario de principales elementos tecnológicos	720	720
9	Definir normas básicas de operación de tecnología de información	1080	1080

Figura 5. Cronograma de implementación S4, S5

Fuente: (SEPS, 2019)

Las disposiciones de la norma se aplican a diferentes entidades dependiendo de su naturaleza, complejidad de sus operaciones y segmento al que pertenecen siendo estas cooperativas de ahorro y crédito, asociaciones mutualistas de ahorro y crédito para la vivienda, cajas centrales y la Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias. Además, también se aplica a las compañías y organizaciones de servicios auxiliares del sector financiero popular y solidario, las mismas que brindan servicios de red, software financiero y de computación, transaccionales y de pago, red de cajeros automáticos y puntos de pago. (SEPS, 2019)

El objeto de esta resolución es normar la administración tanto del riesgo operativo como del riesgo legal en las entidades del sector financiero popular y solidario, para mantener una adecuada administración de riesgos con el fin de minimizar las pérdidas que se pueden ocasionar dentro de las organizaciones por fallas o insuficiencias en tecnologías de la información, procesos, personas y eventos externos. (SEPS, 2019)

2.3.11 COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO

Las cooperativas de ahorro y crédito son entidades que tienen como finalidad suplir con las necesidades financieras de un tercero, la organización está conformada por personas naturales o jurídicas que unen sus capitales para formar la cooperativa, en la actualidad se rigen bajo La Superintendencia de la Economía Popular y solidaria y por ende deben sujetarse bajo la presente ley. (Poveda, Erazo, & Neira, 2017)

Las cooperativas de ahorro y crédito están estructuras de acuerdo a las leyes establecidas por cada país, es fundamental que toda cooperativa deba tener una gama de servicios financieros accesibles para crear oportunidades de negocio a sus socios, cabe recalcar que los socios tienen derecho a postularse para consejo. El objetivo de las cooperativas de ahorro y crédito es contribuir con personas de los sectores menos favorecidos a prosperar por medio de un préstamo con tasas moderadas y así que ellos implementar un negocio para surgir en su vida personal. (Poveda, Erazo, & Neira, 2017)

2.3.12 COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO EN ECUADOR

El inicio del movimiento cooperativo ecuatoriano está identificado a finales de la década del siglo XIX, cuando en Quito y Guayaquil se crean varias organizaciones artesanales y de ayuda comunitaria.

Según los datos estadísticos a octubre 2015, el Ecuador registra un total de 887 cooperativas de ahorro y crédito, constituyéndose en el segundo país, por número en Latinoamérica, después de Brasil, que suman 4.700.000 socios y alcanzan en activos los 8.300 millones de dólares. Se conoce que el 66% del microcrédito que se ha dado en el país, corresponde al sistema cooperativo, lo que convierte a este producto financiero, en algo distintivo del sistema financiero cooperativo frente a la banca. (SEPS, 2019)

En los últimos 5 años los activos de las cooperativas de ahorro y crédito crecieron en 73%, razón por la cual este sector financiero ha logrado una participación en el mercado del 11,29% en relación al Producto Interno Bruto (PIB). El sector cooperativo en Ecuador ha impulsado la inclusión financiera en las zonas rurales del país, ya que, en cantones con alta población rural, por cada USD 100 que la banca privada otorga créditos, las cooperativas de ahorro y crédito colocan USD 250. (SEPS, 2019)

En lo referente a normativa se ha trabajado en una propuesta que permita una hoja de ruta clara para el fortalecimiento del sector en base a 4 objetivos: el fortalecimiento patrimonial de las cooperativas, el incremento de la gestión integral de riesgo, la gestión de riesgo de crédito y los cumplimientos de solvencia. (SEPS, 2019)

CAPÍTULO 3

DESARROLLO

En el presente capítulo se describe las fases de la metodología utilizada para el desarrollo del prototipo de auditoria del riesgo operativo tecnologico, el mismo que se fundamenta en la aplicación de la ingenieria de conocimiento. La implementacion se basó en la metodología de Buchanan que esta enfocada para el desarrollo de este tipo de sistemas que no requieren de levantamiento de requerimientos como los sistemas que se desarrollan a traves de las metodologias de ingenieria de software.

A continuación, se desarrollan cada una de las fases.

3.1 IDENTIFICACIÓN

3.1.1 PROBLEMA

El incumplimiento de la norma de control por parte de las cooperativas de ahorro y crédito aumenta la probabilidad de materialización de riesgos operativos tecnológicos, además de ser sancionadas por parte del organismo de supervisión y control llegando a suspender sus operaciones y generando consecuencias graves tanto para empleados como a clientes.

3.1.2 SOLUCIÓN

Se propone desarrollar un prototipo de sistema experto para realizar auditoria del riesgo operativo tecnológico, fundamentado en la norma de control para la administración del riesgo operativo y riesgo legal emitida por la SEPS, que servirá de apoyo al técnico informático para conocer el estado actual de las entidades en el cumplimiento de dicha norma y evitar sanciones por parte de la entidad de supervisión control.

3.1.3 PARTICIPANTES

a. INGENIERO DE CONOCIMIENTO

- Los dos estudiantes tesistas que tienen la formación en la carrera de ingeniería de sistemas e informática.
- El docente tutor de la universidad de las fuerzas armadas “ESPE” quien tiene conocimiento en el desarrollo de sistemas expertos.

b. EXPERTO HUMANO

- El profesional auditor; quien es el experto de apoyo para desarrollar la base de conocimiento.

3.1.4 TAREAS DEL SISTEMA EXPERTO

- Permita ingresar como reglas las preguntas del cumplimiento de la norma.
- Permita realizar un test de cumplimiento de la norma.
- Brinde un porcentaje de cumplimiento de la norma a partir del análisis a las respuestas obtenidas.
- Proporcione un conjunto de recomendaciones que permita solucionar los artículos no cumplidos.
- Proporcione un conjunto de actividades a llegar a cabo para el cumplimiento de la norma, relacionados directamente con las recomendaciones.

3.1.5 HERRAMIENTAS SOFTWARE

a. FRAPPE

Es un framework web de pila completa, con baterías incluidas, escrito en Python y JavaScript. Es el marco que potencia ERPNext. Es bastante genérico y puede usarse para construir aplicaciones basadas en bases de datos. La diferencia clave de Frappe en comparación con otros marcos es que los metadatos también se tratan como datos y se usan para construir front-end muy

fácilmente. Tiene en una arquitectura monolítica, por lo que Frappe viene con casi todo lo que necesita para construir una aplicación web moderna. Cuenta con una interfaz de usuario de administrador completa llamada Desk que maneja los formularios, la navegación, las listas, los menús, los permisos, los archivos adjuntos y mucho más de la caja. La filosofía central de Frappe es escribir el menor código posible. Se Prefiere la configuración sobre el código. Si una característica es genérica y se necesita, se coloca directamente en el marco. (Frappe, 2019)

b. PYTHON

Es un lenguaje de programación interpretado, interactivo y orientado a objetos. Incorpora módulos, excepciones, tipificación dinámica, tipos de datos dinámicos de muy alto nivel y clases. Python combina un poder notable con una sintaxis muy clara. Tiene interfaces para muchas bibliotecas y llamadas de sistema, así como para varios sistemas de ventanas, y es extensible en C o C ++. También se puede usar como un lenguaje de extensión para aplicaciones que necesitan una interfaz programable. Finalmente, Python es portátil, se ejecuta en muchas variantes de Unix, en Mac y en Windows 2000 y posteriores. Cuenta con estructuras de datos de alto nivel eficientes y un enfoque simple pero efectivo para la programación orientada a objetos. La elegante sintaxis y escritura dinámica de Python, junto con su naturaleza interpretada, lo convierten en un lenguaje ideal para la creación de scripts y el rápido desarrollo de aplicaciones en muchas áreas en la mayoría de las plataformas. (Foundation., 2019)

c. JAVASCRIPT

Es uno de los más potentes e importantes lenguajes de programación en la actualidad, por tres enfoques claros: es útil, práctico y está disponible en cualquier navegador web. El poder de JavaScript está disponible principalmente en lado frontend, agregando mayor interactividad a la web. (Grados, 2019)

d. PYCLIPS

PyCLIPS es un módulo para interactuar con Python, el shell y la biblioteca del sistema experto de CLIPS. El objetivo de PyCLIPS es proporcionar a Python un motor de inferencia sólido, confiable, ampliamente utilizado y bien documentado. (Garosi, 2019)

PyCLIPS es un módulo de extensión para el lenguaje Python que incorpora funcionalidad CLIPS completa en las aplicaciones Python. Esto significa que puede proporcionar a Python un motor de inferencia sólido, confiable, ampliamente utilizado y bien documentado. (Garosi, 2019)

Las personas que están involucradas en el desarrollo de la IA a menudo toman a CLIPS como referencia para la implementación en los sistemas expertos. Este módulo tiene un sistema de inferencia basado en reglas de encadenamiento hacia adelante, así como todas las construcciones imperativas y orientadas a objetos que permiten el control total del flujo de ejecución. (Garosi, 2019)

3.1.6 HERRAMIENTAS HARDWARE

Tabla 5

Características de computadoras utilizadas en el desarrollo

Equipo	Características
ASUS	Memoria RAM 8,00 GB
	Sistema operativo Windows 10
	Intel core i5
	Disco duro de 1 tera
MAC	Sistema operativo
	Memoria RAM
	Disco duro

3.2 CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase se procede a la adquisición del conocimiento del sistema experto; a través de una comunicación entre el auditor y los ingenieros de conocimiento para obtener información de forma iterativa.

Para la construcción del sistema experto se tendrá como base la resolución N° SEPS-IGT-IR-IGJ-2018-0279 de la SEPS; norma explicada anteriormente; de esta norma se obtendrá la mayor cantidad de la base de conocimiento, siendo el documento una base para el auditor y los ingenieros de conocimiento, esto con el fin de determinar el alcance de esta investigación.

3.2.1 BASE DEL CONOCIMIENTO

En primera instancia se analizó la norma para registrar todos los artículos que posean el verbo “debe”; que indica un requisito de cumplimiento obligatorio; esta forma verbal es igualmente utilizada en la Norma ISO 9001 para indicar los requisitos de cumplimiento; identificando los artículos con el verbo “debe” se determinara el nivel de cumplimiento o incumplimiento de la norma.

En la *figura 6* se muestra como ejemplo los “debe” de la norma

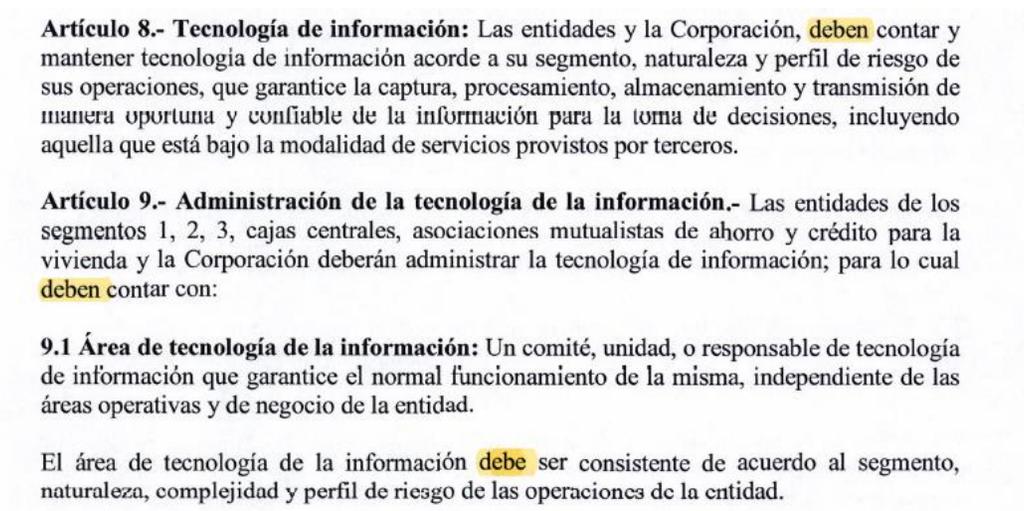


Figura 6. Requisitos de la norma

3.2.2 ESTRUCTURA PREGUNTAS

Una vez determinada los artículos que contienen los “debe” de la norma, se procedió a desarrollar preguntas con el fin de determinar si se cumple con la conformidad o no a través de preguntas de sí o no. A continuación, en la tabla 6 se muestra como ejemplo algunas de las preguntas.

Tabla 6

Preguntas del sistema

SECCIÓN IV FACTORES RIESGO OPERATIVO	
Preguntas	Valores
¿La entidad dispone de tecnologías de la información que garantizan la captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información?	SI NO
¿Usted considera que en su cooperativa se administra correctamente la tecnología de la información?	SI NO
¿Poseen una estructura de Gestión de tecnología?	SI NO
¿Cuenta con un comité de tecnología de la información?	SI NO
¿Cuenta con una unidad de tecnología de la información?	SI NO
¿Cuenta con un responsable de tecnología de la información?	SI NO
¿El responsable de la tecnología de información brinda soporte tecnológico?	SI NO
¿El comité cuenta con responsables del área de riesgo?	SI NO
¿El comité cuenta con responsables del área de tecnología?	SI NO

CONTINÚA



¿El comité planifica, coordinar y supervisa las actividades relacionadas con la tecnología?	SI NO
¿El comité recomienda políticas, procesos, procedimientos y metodologías de tecnología de información?	SI NO
¿El comité cuenta con un Plan Estratégico de Tecnologías de la Información?	SI NO
¿El comité establece lineamientos para la formulación del plan estratégico de tecnologías de la información, relacionado con el plan estratégico de la entidad y presupuestos aprobados?	SI NO

Como se puede observar las preguntas son cerradas de tipo dicotómicas ya que solo pueden ser contestadas de dos maneras (Si o No); este tipo de preguntas ayuda a restringir las respuestas para obtener datos cuantitativos al momento de aplicar el test, pudiendo obtener el porcentaje de cumplimiento de la norma y las activaciones necesarias en el sistema experto para proporcionar recomendaciones y actividades. Un artículo puede tener varias preguntas.

3.2.3 RECOMENDACIONES Y ACTIVIDADES PARA INCONFORMIDADES

Una vez terminada las preguntas se analizó una por una para determinar las posibles soluciones en caso de que se incumple el artículo al cual se realiza la pregunta. A continuación, en la tabla 7 se muestra como ejemplo recomendaciones que tienen las preguntas.

Tabla 7

Recomendaciones para cumplir con la norma

Pregunta	Recomendación 1	Recomendación 2
¿Existe un presupuesto asignado para la	La entidad debe contar con presupuesto asignado para la tecnología de la información	Practicar proceso APO06.03 Crear y mantener presupuestos.

CONTINÚA



tecnología de la información?	tanto para los activos como para la adquisición de software o contratación a terceros
--------------------------------------	---

En este caso la pregunta busca determinar si existe un presupuesto asignado para la tecnología de la información, en caso de que la respuesta sea no, esto sería una inconformidad de la norma por lo tanto hay que encontrar la manera de solventarla. En la tabla se muestra dos recomendaciones para su solución, en la mayoría de casos la primera recomendación se obtiene a partir de la misma norma, analizando sus artículos; la segunda recomendación se obtiene a partir de un estudio con Cobit 5 Enabling Processes (Procesos Catalizadores), analizando los “Procesos de Gobierno de TI Empresarial”, extrayendo específicamente las “Practica Clave de Gobierno” obteniendo recomendaciones más amplias que incluyen actividades a realizar para solventar la inconformidad.

Finalmente, a las recomendaciones que sean posible se incluyen actividades a realizar, con el fin de que sea más fácil para el usuario la resolución de la inconformidad y el cumplimiento del artículo. En la mayoría de recomendaciones obtenidas a partir de Cobit 5, se encuentran actividades citadas de sus prácticas de gestión. A continuación, en la tabla 8 se muestra las actividades obtenidas a partir de Cobit 5

Tabla 8

Actividades para cumplir con las recomendaciones

Recomendación	Practicar proceso APO06.03 Crear y mantener presupuestos
Actividad	Implementar un presupuesto formal de TI, incluyendo todos los costes de TI esperados de los programas habilitados por las TI, servicios de TI y activos de TI según las indicaciones de la estrategia, programas y carteras.

CONTINÚA



Actividad	Al crear el presupuesto, considere los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none">• Alineamiento con el negocio• Alineamiento con la estrategia de aprovisionamiento• Fuentes de financiación autorizadas• Costes internos de recursos, incluyendo personal, activos de información y alojamiento.• Costes de terceras partes, incluyendo contratos de externalización, consultores y proveedores de servicio.• Gastos de capital y operativos.• Elementos de coste que dependen de la carga de trabajo.
Actividad	Indicar la necesidad de planificar presupuestos a los dueños de procesos, servicios o programas, así como a los jefes de proyecto y gerentes de activos.

En la *figura 7* se muestra el proceso catalizador utilizado para obtener las actividades que permiten el cumplimiento de la inconformidad.

APO06.03 Crear y mantener presupuestos.	De	Descripción	Descripción	A
Preparar un presupuesto que refleje las prioridades de inversión que apoyen los objetivos estratégicos basado en la cartera de programas habilitados por TI y servicios de TI.			Presupuesto y plan de TI	APO02.05 APO05.03 APO07.01 BAI03.11
			Comunicaciones presupuestarias	APO02.05 APO05.03 APO07.01 BAI03.11
Actividades				
1. Implementar un presupuesto formal de TI, incluyendo todos los costes de TI esperados de los programas habilitados por las TI, servicios de TI y activos de TI según las indicaciones de la estrategia, programas y carteras.				
2. Al crear el presupuesto, considere los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento con el negocio • Alineamiento con la estrategia de aprovisionamiento • Fuentes de financiación autorizadas • Costes internos de recursos, incluyendo personal, activos de información y alojamiento. • Costes de terceras partes, incluyendo contratos de externalización, consultores y proveedores de servicio. • Gastos de capital y operativos. • Elementos de coste que dependen de la carga de trabajo. 				
3. Documentar las razones para justificar las contingencias y revisarlas regularmente.				
4. Indicar la necesidad de planificar presupuestos a los dueños de procesos, servicios o programas, así como a los jefes de proyecto y gerentes de activos.				
5. Revisar los planes de presupuesto y tomar decisiones sobre las asignaciones presupuestarias. Compilar y ajustar el presupuesto en base a necesidades empresariales cambiantes y consideraciones financieras.				
6. Registrar, mantener y comunicar el presupuesto actual de TI, incluidos los gastos comprometidos y los gastos corrientes, teniendo en cuenta los proyectos de TI registrados en las carteras de inversiones habilitadas por TI y la operación y el mantenimiento de las carteras de activos y servicios.				
7. Seguimiento de la eficacia de los diferentes aspectos de la elaboración de presupuestos y utilización de los resultados para implementar mejoras para garantizar que futuros presupuestos sean más precisos, fiables y rentables.				

Figura 7. Proceso catalizador de Cobit 5

3.3 FORMALIZACIÓN

3.3.1 BASE DE CONOCIMIENTO ESTRUCTURADA

Una vez finalizada la etapa de conceptualización se obtuvo la base de conocimiento con 89 preguntas, 131 recomendaciones y 144 actividades. Para una mejor organización, se optó por dividir las preguntas en las distintas secciones que especifica la norma como son: “Sección IV: Factores del Riesgo Operativo”, “Sección V: Continuidad del Negocio” y “Sección VI: Servicios Provistos por Terceros”. Otra división esencial en la investigación es el segmento al cual pertenece la cooperativa, en esta investigación se tomó en cuenta solo los segmentos 1, 2 y 3 especificados anteriormente, esta división viene reflejada en los artículos al especificarse a cuál segmento aplica, en varios casos el artículo se aplica a los 3 segmentos sin distinción.

En las *figuras 8 y 9* se muestran el modelo de la base de conocimiento que se generó con el apoyo del auditor y los ingenieros de conocimiento.

1	La entidad dispone de tecnologías de la información acorde a su segmento, naturaleza y perfil de riesgo, garantizando la captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información?	A	F	SI	Debe contar con tecnologías de la información que garanticen la captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información de manera oportuna y confiable para la toma de decisiones.	<p>Practicar proceso BAO4.01. Evaluar la disponibilidad, rendimiento y capacidad actual y crear una línea de referencia.</p> <p>Considerar en la evaluación (actual o prevista) de disponibilidad, rendimiento y capacidad de servicios y recursos lo siguiente: Requisitos del cliente, prioridades de negocio, objetivos de negocio, impacto en el presupuesto, utilización de recursos, capacidades de TI y tendencias de la industria.</p> <p>Supervisar el rendimiento y la utilización de la capacidad reales frente a los umbrales definidos.</p> <p>Identificar y dar seguimiento a todos los incidentes causados por un rendimiento o una capacidad inadecuados.</p>
----------	--	---	---	----	---	---

Figura 8. Modelo 1 base de conocimiento

4	Poseen una estructura organizacional del departamento de tecnología?	S2	F	SI	5,6,7	<p>Debe contemplar una estructura de gestión de tecnologías, con un comité, unidad o responsable de tecnologías de la información.</p> <p>Practicar proceso APO01.01. Definir la estructura organizativa.</p> <p>Definir el enfoque, los roles y las responsabilidades de cada función dentro de la estructura organizativa relativa a TI.</p> <p>Definir el alcance, las funciones internas y externas, los roles internos y externos, y las capacidades y los derechos de decisión requeridos, incluidas actividades de TI realizadas por terceros partes.</p> <p>Establecer la implicación de las partes interesadas críticas para la toma de decisiones (quienes rendirán cuentas, quienes son responsables, quienes deben ser consultados y quienes informados).</p> <p>Proporcionar directrices para cada estructura de gestión (incluyendo órdenes, objetivos, asistentes a reuniones, marco temporal, seguimiento, supervisión y vigilancia), así como las entradas requeridas y las salidas esperadas en cuanto a las reuniones.</p> <p>Definir reglas básicas de comunicación mediante la identificación de las necesidades comunicativas y la implementación de planes basados en dichas necesidades, teniendo en cuenta la comunicación de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba y horizontal.</p> <p>Verificar regularmente la adecuación y la eficacia de la estructura organizativa.</p>
----------	--	----	---	----	-------	---

Figura 9. Modelo 2 base de conocimiento

Como se puede observar en las imágenes todas las preguntas tiene un número el cual es su identificador para el sistema experto, posteriormente viene la pregunta. Las siguientes dos columnas representan el segmento al que pertenece y su sección en la norma. Para especificar estas dos columnas se elaboraron las tablas 9 y 10.

Tabla 9

Segmentación de las cooperativas

Segmento	Acrónimo
Segmento 2	S2
Segmento 3	S3
Ambas	A

Tabla 10*Secciones de la norma*

Sección de la norma	Acrónimo
Sección IV: Factores del Riesgo Operativo	F
Sección V: Continuidad del Negocio	C
Sección VI: Servicios Provistos por Terceros	S

La siguiente columna representa la respuesta con que se valida si cumple con la conformidad o no, dicho de otra manera, es la respuesta que se espera recibir para saber si cumple con el artículo, esta respuesta también puede activar otras preguntas; posteriormente vienen las activaciones, en esta columna se especifica si la pregunta de acuerdo a su respuesta activa otras preguntas o no. En la tabla 11 se muestra como ejemplo preguntas que tienen activaciones.

Tabla 11*Activaciones de preguntas*

Número	Pregunta	Segmento	Sección	Respuesta	Activaciones
4	¿Poseen una estructura organizacional del departamento de tecnología?	S2	F	SI	5,6,7
5	¿Su estructura organizacional cuenta con un comité de Tecnología de la Información?	S2	F	SI	ART 9.2.1, ART 9.2.2, ART 9.2.3
6	¿Su estructura organizacional cuenta con una unidad de Tecnología de la Información?	S2	F	SI	

Como se puede observar la pregunta 4, activa las preguntas 5, 6 y 7; en esta columna no solo se especifica el número de la pregunta sino también puede especificar todo un artículo o una sección de ser el caso.

Finalmente viene las columnas de las recomendaciones y actividades, en estas columnas se especificaron las recomendaciones en una sola fila, y las actividades de la misma columna de la recomendación, como se puede visualizar en la tabla 12.

Tabla 12

Actividades y recomendaciones

Recomendación	La entidad debe contar con procedimientos de operación, acceso y uso de las instalaciones de procesamiento de información	Practicar proceso DSS05.05 Gestionar el acceso físico a los activos de TI.	Practicar proceso DSS01.05 Gestionar las instalaciones
Actividad		Gestionar las peticiones y concesiones de acceso a las instalaciones de procesamiento. Las peticiones formales de acceso deben ser completadas y autorizadas por la dirección de la ubicación de TI, y guardado el registro de petición. Los formularios deberían identificar específicamente las áreas a las que el individuo tiene acceso concedido.	Asegurar que los sitios y el equipamiento de TI son mantenidos de acuerdo con los intervalos de servicio y las especificaciones recomendados por el proveedor. El mantenimiento debe ser realizado únicamente por personal autorizado.

CONTINÚA



Actividad	Registrar y supervisar todos los puntos de entrada a las ubicaciones de TI. Registrar todos los visitantes de la ubicación, incluyendo contratistas y vendedores.
Actividad	Instruir a todo el personal para mantener visible la identificación en todo momento.

Toda la matriz de la base de conocimiento se encuentra en los anexos.

3.3.2 OBTENCIÓN PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO

Una vez generada la base de conocimiento para aplicar el análisis para la obtención del porcentaje de cumplimiento se realizó una tabla donde se muestra los criterios de evaluación de la auditoria. En la tabla 13 se muestra los criterios de evaluación de las preguntas.

Tabla 13

Criterios de evaluación

Respuesta	Criterio cualitativo	Porcentaje%
No	Nula	0
Si	Alta	100

Después de obtener los porcentajes de cumplimiento de cada pregunta estos se agrupan por artículo, obteniendo el promedio de cumplimiento de cada artículo, posteriormente se los agrupa por sección y se obtiene finalmente el porcentaje de cumplimiento por sección.

La evaluación de la auditoria está distribuida en tres secciones cada sección corresponde a un 33.33% de la norma si cada sección tiene una evaluación del 33.33% quiere decir que la parte

operativa tecnológica de la norma se cumple a la totalidad si no llega a cumplir ese porcentaje quiere decir que no se cumple con las especificaciones de la norma. En la tabla 14 se muestra las secciones que se pretende evaluar con sus respectivos porcentajes.

Tabla 14

Porcentajes de las secciones

Sección	Porcentaje%
SECCIÓN IV FACTORES RIESGO OPERATIVO	33,33
SECCIÓN VI SERVICIOS PROVISTOS POR TERCEROS	33,33
SECCIÓN V CONTINUIDAD DEL NEGOCIO	33,33

3.4 IMPLEMENTACIÓN

Para la representación del conocimiento se utilizó reglas que son declaraciones condicionales que especifican una acción, toman la forma de una declaración IF-THEN':

IF condition AND IF condition THEN action

Para la búsqueda del conocimiento en la base de conocimientos se utilizó el encadenamiento de reglas hacia adelante, comenzando con reglas cuyas premisas son conocidas y en base a sus conclusiones activando nuevos hechos.

A partir de las 89 preguntas, 131 recomendaciones y 144 actividades que se generaron en la matriz de la base del conocimiento, se generaron 167 reglas, estas reglas proporcionan los hechos necesarios para que se activen, dependiendo de la pregunta, otras preguntas o en su defecto las recomendaciones y actividades.

3.4.1 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

Para el desarrollo del sistema experto se utilizó el framework Frappe; especificado anteriormente; este framework proporciona las herramientas necesarias para establecer la creación de tablas, el CRUD de cada una de ellas, las vistas del usuario, reportes, etc.

Mediante este framework se crearon dos módulos, el módulo administrativo para el registro de las reglas, y otro módulo llamado auditoria donde se realizan los test para las cooperativas.

3.4.2 DIAGRAMAS CASOS DE USO

Para un mayor entendimiento de los módulos creados en el sistema se presentará a continuación los casos de uso de las funciones del sistema tanto del módulo administrativo como para el módulo de auditoria.

3.4.2.1 MÓDULO ADMINISTRATIVO

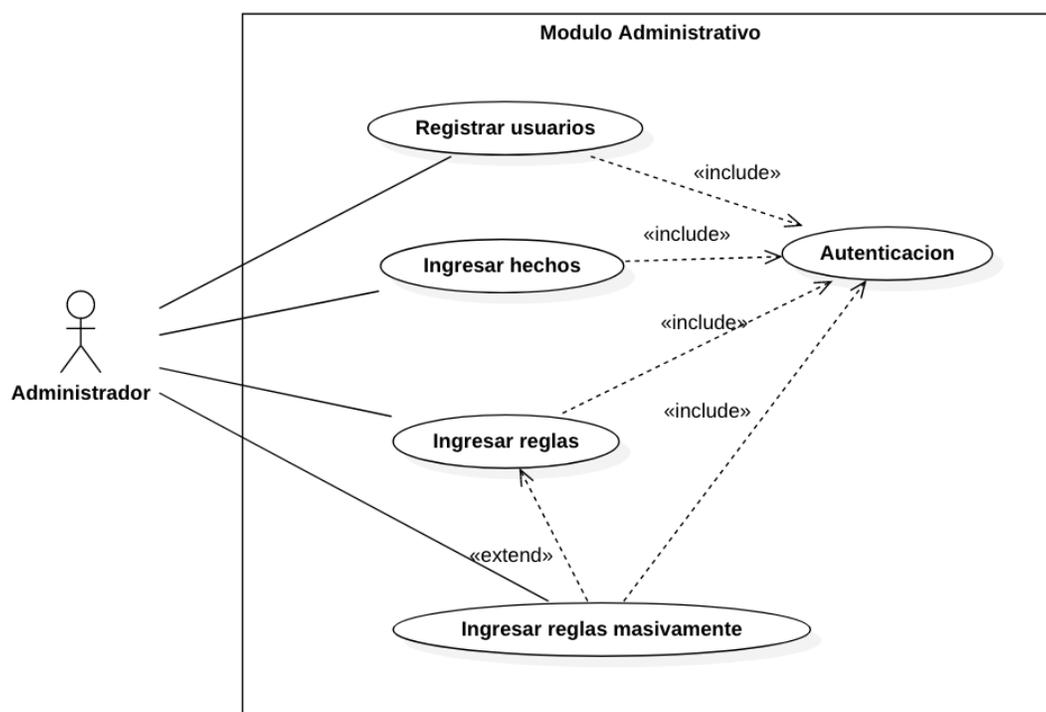


Figura 10. Diagrama casos de uso módulo administrativo

Tabla 15*Registro de usuario*

Actor	Administrador
Precondición	El usuario administrador ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa a la sección usuarios 2) Selecciona ingresar nuevo usuario 3) Ingresa el email del nuevo usuario 4) Ingresa el nombre y apellido del nuevo usuario 5) Guarda el usuario.
Postcondición	Se ha creado una nueva regla.
Excepciones	No se ha creado la regla

Tabla 16*Registro de regla*

Actor	Administrador
Precondición	El usuario administrador ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa a la sección reglas 2) Selecciona ingresar nueva regla 3) Ingresa el nombre de la regla 4) Se visualiza el sujeto y predicado de la regla para ingresar los hechos en cada una. 5) Ingresa los hechos en el sujeto predicado. <ul style="list-style-type: none"> • Ingresa el tipo de hecho (Hecho o Pregunta), Ingresa el contenido, Ingresa el segmento, Ingresa la sección, Ingresa la respuesta, Ingresa las activaciones 6) Guarda la regla
Postcondición	Se ha creado una nueva regla.
Excepciones	No se ha creado la regla

El ingreso de hechos se lo realiza de la misma manera, con la diferencia de que el hecho se ingresa directamente y ya no existe diferenciación de sujeto y predicado.

Tabla 17*Registro de hecho*

Actor	Administrador
Precondición	El usuario administrador ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa a la sección hecho directo 2) Selecciona ingresar nuevo hecho 3) Ingresa el nombre del hecho 4) Ingresa el contenido del hecho 5) Guarda el hecho
Postcondición	Se ha creado un nuevo hecho
Excepciones	No se ha creado el hecho.

Para el ingreso masivo de datos el framework Frappe permite el ingreso de los datos mediante tablas de Excel con un formato definido por el sistema.

Tabla 18*Registro masivo de datos*

Actor	Administrador
Precondición	El usuario administrador ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa a la sección reglas o hecho directo 2) Selecciona menú e importar 3) Selecciona ingresar nueva importación 4) Selecciona la sección a la que realizara la carga masiva 5) Ingresa el archivo de Excel con los datos a importar 6) Realiza la carga masiva

CONTINÚA



Postcondición	Se ha realizado una carga masiva de datos
Excepciones	No se ha cargado ningún dato.

3.4.2.2 MÓDULO AUDITORIA

En este módulo los usuarios pueden realizar el test para conocer el cumplimiento de la norma y dependiendo de sus respuestas tendrá sus respectivas recomendaciones y actividades para que pueda cumplir con los requisitos de la norma.

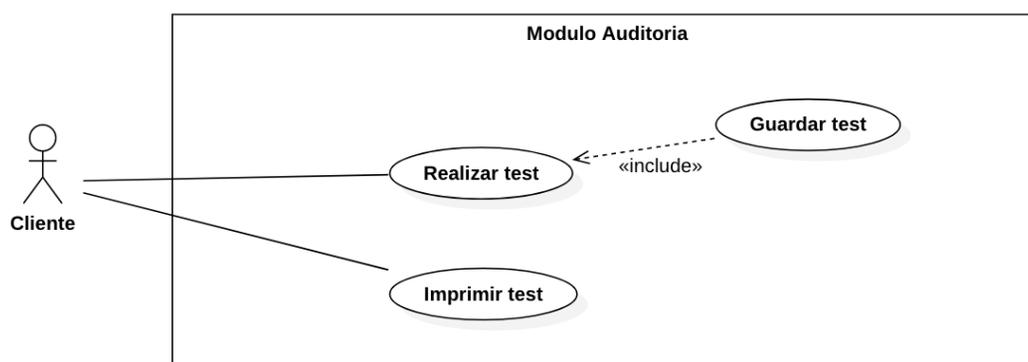


Figura 11. Diagrama caso de uso modulo auditoria

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 19

Realizar test

Actor	Cliente
Precondición	El usuario cliente ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa al módulo auditoria 2) Selecciona realizar nuevo test 3) Ingresa el nombre de su cooperativa 4) Ingresa la fecha de ejecución del test 5) Escoge el segmento al que pertenece

CONTINÚA



	<ol style="list-style-type: none"> 6) Escoge la sección a la cual quiere realizar el test. 7) Guarda el test 8) El sistema le presenta las preguntas a contestar <ol style="list-style-type: none"> a. Se contestan las preguntas escogiendo su respuesta b. Si se contestaron todas las preguntas se presiona el botón siguiente. c. Al contestar todas las preguntas generadas se finaliza el test. 9) Se visualiza los resultados
Postcondición	Se ha realizado un nuevo test
Excepciones	Aun no se finaliza el test

Tabla 20*Imprimir test*

Actor	Cliente
Precondición	El usuario cliente ya se encuentra logueado en el sistema
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1) El usuario ingresa al módulo auditoria 2) Selecciona el test que desea imprimir 3) Selecciona menú 4) Selecciona la opción "Print" 5) Selecciona "PDF" para descargarse el test
Postcondición	Se ha descargado un documento PDF con el análisis del test
Excepciones	No se pudo descargar

3.4.3 INGRESO BASE DEL CONOCIMIENTO

Como se explicó en los casos de uso el framework nos permite ingresar mediante tablas de Excel los registros necesarios para el funcionamiento del sistema, las tablas de Excel generadas por el sistema tienen un formato definido para el ingreso de registros, esto fue utilizado en su gran

mayoría para el módulo de reglas donde se pudo codificar toda la matriz de la base de conocimiento en las tablas de Excel generadas por el sistema.

En las *figuras 12 y 13* se muestran los archivos Excel con el formato que permite crear los datos en el sistema.

Data Import Template										
Table:	Rule									
Notes:	Please do not change the template headings. First data column must be blank. If you are uploading new records, leave the "name" (ID) column blank. If you are uploading new records, "NamingSeries" becomes mandatory, if present. Only mandatory fields are necessary for new records. You can delete non-mandatory columns if you wish. For updating, you can update only selective columns. You can only upload upto 5000 records in one go. (may be less in some cases)									
DocType:	Rule	~	~	Hecho	sujeto					~
Column Label:	Nombre Regla			Tipo	Hecho	Segmento	Seccion	Respuesta	Activaciones	Articulo
Column Name:	name_rule	~	~	tipo	hecho	segmento	seccion	respuesta	activacion	articulo
Mandatory:	Yes			No	No	No	No	No	No	No
Type:	Data			Select	Long Text	Data	Data	Data	Data	Data
Info:				One of: Hecho, Pregunta						
Start entering data below this line										
	PREG-Inicio			Hecho	iniciar	A	T			

Figura 12. Matriz codificada regla sujeto

Hecho	predicado	Segmento	Seccion	Respuesta	Activaciones	Articulo
Tipo	Hecho	segmento	seccion	respuesta	activacion	articulo
tipo	hecho					
No	No	No	No	No	No	No
Select	Long Text	Data	Data	Data	Data	Data
One of: Hecho, Pregunta						
Pregunta	La entidad dispone de tecnologías de la información que garantizan la captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de	A	F	SI	1	Art.8 Tecnol
Pregunta	La entidad posee un área de tecnologías de la información?	A	F	SI	3	Art 9.1 Área
Pregunta	Poseen una estructura organizacional del departamento de tecnología?	S2	F	SI	4	Art 9.2 Estru
Pregunta	Existe un manual de políticas, procesos, procedimientos y metodologías para la administración de la tecnología de información?	A	F	SI	21	Art 9.3 Politi
Pregunta	Existe un Consejo de Administración?	S2	F	SI	22	Art 9.3 Politi
Pregunta	Existe un plan operativo anual ?	S2	F	SI	23	Art 9.3 Politi
Pregunta	Cuentan con una Planificación Estratégica de Tecnología de la información	A	F	SI	26	Art 9.3.1 Gar

Figura 13. Matriz codificada regla predicado

Como se muestra en las imágenes una regla contiene un sujeto y un predicado:

- En el sujeto de la regla se especifica cuáles son los hechos para activar esta regla

- En el predicado se encuentran los hechos a mostrarse cuando se activa la regla, en este caso las preguntas, recomendaciones o actividades, en esta sección también pueden existir los hechos que activan otras reglas; las cuales de igual manera pueden contener más preguntas u otras recomendación o actividades.

En esta matriz también se define el segmento al cual pertenece la pregunta cómo puede ser el “Segmento 1”, “Segmento 2” o “Segmento 3”, la sección en la que se encuentra, la respuesta que valida su conformidad, su número de identificación como pregunta cuando se realizan activaciones por otras reglas y finalmente la última columna es una redacción del título del artículo en donde se encuentra la pregunta.

3.4.4 MOTOR DE INFERENCIA

Para el motor de inferencia del sistema experto se utilizó “CLIPS” como sistema de inferencia basado en reglas de encadenamiento hacia delante, CLIPS nos permite manejar varias estrategias de inferencia basadas en las reglas lógicas ya conocidas como son el “modus ponens”.

Estas reglas lógicas nos permiten determinar si una regla genera hechos o activa otras reglas; en nuestro sistema este motor de inferencia nos permite determinar si una regla se activa y por lo tanto se generan más preguntas con respecto a la norma y en el caso de las reglas donde se determina que no cumple con los artículos, el motor de inferencia genera los hechos que son las recomendaciones o actividades generadas en la base de conocimiento.

La integración del framework Frappe con CLIPS se realizó mediante una librería de Python llamada PyClips esta librería permite ingresar las reglas y hechos generados por la base del conocimiento al sistema de inferencia de CLIPS, mediante funciones en Python. Para un mejor entendimiento de la arquitectura del sistema se presenta la *figura 14*.

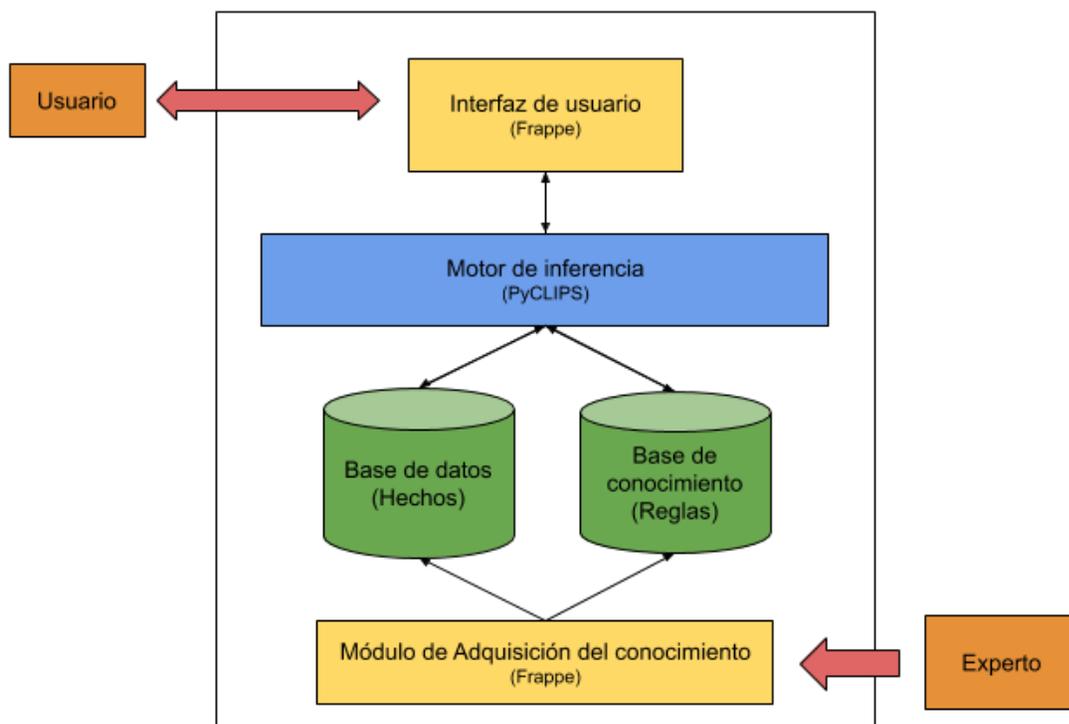


Figura 14. Arquitectura del sistema experto

3.4.5 SISTEMA EXPERTO

En las *figuras 15, 16 y 17* se muestra las interfaces que el usuario puede visualizar al ingresar al sistema

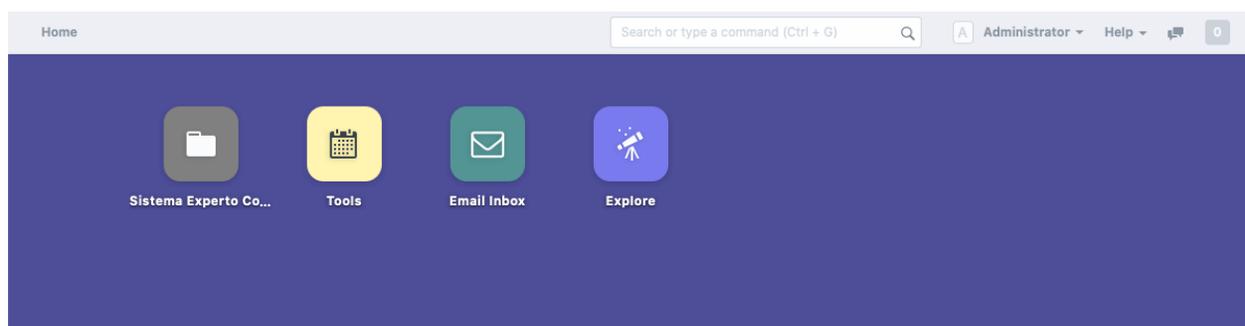


Figura 15. Pantalla de inicio del sistema

Figura 16. Módulo auditorio

Figura 17. Test de auditoria

Una vez dentro del sistema; como se explicó en los casos de uso; los usuarios tendrán que ingresar el nombre de su cooperativa, la fecha cuando realizan el test, el segmento y sección al cual está enfocado su análisis y se procederá con el test. Si el usuario tiene la necesidad de guardar el test sin la necesidad de terminarlo podrá hacerlo.

En la *figura 18* se muestra el diagrama de flujo con las actividades que el cliente debe realizar.

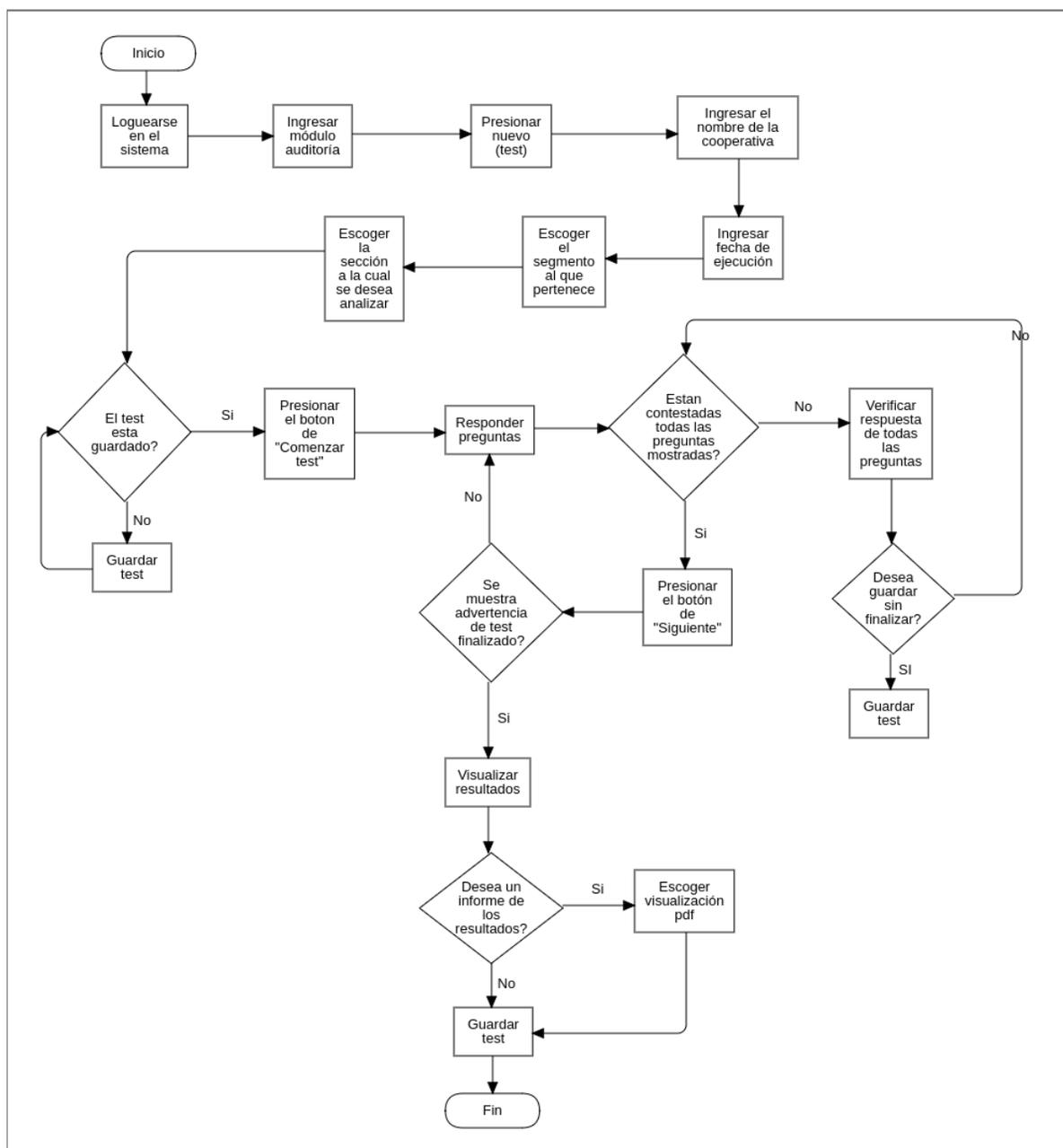


Figura 18. Diagrama de flujo Sistema experto (SERT)

Finalmente, al momento de terminar el test, el usuario podrá observar sus recomendaciones y actividades emitidas por el sistema de acuerdo a las inconformidades con la norma y también podrá visualizar su porcentaje de cumplimiento, en la *figura 19* se muestra el test finalizado.

TEST-000000002

Menu Save

Comments 0

ASSIGNED TO
Assign +

ATTACHMENTS
Attach File +

TAGS
Add a tag ...

SHARED WITH
+

♥

You edited this
3 minutes ago

You created this

Nombre Cooperativa
Cooperativa prueba

Fecha inicio
23-10-2019

Segmento
Segmento 2

Información
Segmento 2 (80 a 20 millones), Segmento 3 (20 a 5 millones)

Escoja sección de la norma
Factores de Riesgo Operativo (Tecnología)

RECOMENDACIONES

<input type="checkbox"/>	Numero	Pregunta Solventada	Recomendación	
<input type="checkbox"/>	1 R521	Cuenta con servicios de Cloud C...	Verifique exhaustivamente que su empresa no contrate servicios de infr...	▼
<input type="checkbox"/>	2 R302	Cuenta con respaldos de informa...	Practicar proceso DSS04.07 Gestionar acuerdos de respaldo.	▼
<input type="checkbox"/>	3 R301	Cuenta con respaldos de informa...	La entidad debe contar con respaldos de información periódicos	▼

SHARED WITH
+

♥

You edited this
4 minutes ago

You created this
13 days ago

RECOMENDACIONES

<input type="checkbox"/>	Numero	Pregunta Solventada	Recomendación	
<input type="checkbox"/>	1 R521	Cuenta con servicios de Cloud C...	Verifique exhaustivamente que su empresa no contrate servicios de infr...	▼
<input type="checkbox"/>	2 R302	Cuenta con respaldos de informa...	Practicar proceso DSS04.07 Gestionar acuerdos de respaldo.	▼
<input type="checkbox"/>	3 R301	Cuenta con respaldos de informa...	La entidad debe contar con respaldos de información periódicos	▼
<input type="checkbox"/>	4 R281	Cuenta con procedimientos de o...	La entidad debe contar con procedimientos de operación, acceso y uso ...	▼
<input type="checkbox"/>	5 R282	Cuenta con procedimientos de o...	Practicar proceso DSS05.05 Gestionar el acceso físico a los activos de TI.	▼
<input type="checkbox"/>	6 R283	Cuenta con procedimientos de o...	Practicar proceso DSS01.05 Gestionar las instalaciones	▼
<input type="checkbox"/>	7 R272	Existe un presupuesto asignado ...	Practicar proceso APO06.03 Crear y mantener presupuestos.	▼
<input type="checkbox"/>	8 R271	Existe un presupuesto asignado ...	La entidad debe contar con presupuesto asignado para la tecnología de ...	▼
<input type="checkbox"/>	9 R262	Cuentan con una Planificación Es...	Practicar proceso APO02.05 Definir el plan estratégico y la hoja de ruta.	▼

CONTINÚA





Figura 19. Test finalizado

El porcentaje de cumplimiento se muestra dependiendo de la sección escogida, si el usuario realiza el test de todas las secciones se mostrará el porcentaje de cada una de ellas y el porcentaje total de cumplimiento de la norma.

3.5 VALIDACIÓN

3.5.1 VERIFICACIÓN

Para la validación del sistema experto se comenzó primero por su verificación tomando en cuenta tres pasos:

- Verificación del cumplimiento de las especificaciones
- Verificación de los mecanismos de inferencia
- Verificación de la base de conocimientos.

3.5.2 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES

La estrategia de inferencia utilizada en el sistema es el de encadenamiento hacia delante, todas reglas contienen el problema de identificar si se cumple con los artículos de la norma llegando a deducir un porcentaje de cumplimiento y las posibles soluciones para suprimir las inconformidades. La regla de inferencia “modus ponens” es la única utilizada en el sistema, si cumple con todos los hechos de un artículo entonces cumple con él artículo de la norma.

Las preguntas que se generaron para construir el sistema provienen de los “debe” de la norma por lo que se segmenta de mejor manera los artículos que debe cumplir una cooperativa. Al finalizar el test el sistema proporciona un porcentaje de cumplimiento de la norma dependiendo de la sección que se escoja, permitiendo conocer el estado actual de la entidad en relación a la norma, el sistema también proporciona recomendaciones y actividades a realizar dependiendo de las inconformidades que presenta después de realizar el test, ayudando a las entidades a conocer que pasos realizar para cumplir con todos los artículos de la norma.

El framework Frappe proporciona una interfaz sólida para la aplicación del test, teniendo una conexión directa con el motor de inferencia mediante la librería PyClips de Python. Las recomendaciones y actividades a realizar para las inconformidades de la norma han sido obtenidas de Cobit 5 Enabling Processes (Procesos Catalizadores) específicamente de las prácticas Clave de Gobierno.

3.5.3 VERIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE INFERENCIA

El mecanismo de inferencia utilizado en el sistema es construido a partir de la herramienta Clips, esta herramienta de desarrollo y manejo de sistemas expertos fue desarrollado por la NASA, siendo una herramienta de software libre proporciona un entorno para la construcción de sistemas

expertos basados en reglas y objetos. Clips fue escrita en lenguaje C y permite la programación del conocimiento basado en reglas, siendo necesario para la construcción de nuestro sistema experto.

3.5.4 VERIFICACIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS

Para la verificación de la base de conocimientos se analizaron la consistencia y completitud de la base.

- **Consistencia:** Para el análisis de la consistencia del sistema experto se buscaron reglas redundantes, reglas conflictivas y reglas circulares especialmente en las reglas cuando se determina que recomendación o actividad se va emitir, esto debido a que algunos artículos pueden arrojar las mismas recomendaciones o puede existir la posibilidad de que las recomendaciones emitan las mismas actividades.
- **Completitud:** Para este análisis se enfocó en la búsqueda de reglas inalcanzables y reglas sin salida, por ejemplo, puede existir el caso de reglas con un determinado artículo que nunca lleguen a ejecutarse.

3.5.5 VALIDACIÓN

Para validar el sistema se tomaron en cuenta tres posibles casos; construyendo caminos en una gráfica para reflejar las respuestas que entrega el ingeniero del conocimiento en comparación con las del sistema.

En el primer caso se validará el camino que toma el sistema cuando una entidad no cuenta con un “Comité de la Tecnología de la Información”.

Las respuestas entregadas por el sistema se muestran en la *figura 20*.

Nombre Cooperativa	<input type="text" value="prueba01"/>			Segmento	<input type="text" value="Segmento 1 o 2"/>
Fecha inicio	<input type="text" value="27-11-2019"/>			Información	Segmento 1 (Mayor a 80 millones), Segmento 2 (80 a 20 millones), Segmento 3 (20 a 5 millones)
Escoja sección de la norma					
<input type="text" value="Todas las secciones"/>					
RECOMENDACIONES					
<input type="checkbox"/>	Numero	Pregunta Solventada	Recomendación		
<input type="checkbox"/>	1	R51	Su estructura organizacional cue...	Debe contar con un comite de Tecnologias de la informacion, Practicar ...	▼
ACTIVIDADES A REALIZAR					
<input type="checkbox"/>	Númer...	Actividad			
<input type="checkbox"/>	1	R51	El comité estará conformado por: un vocal del consejo de administración o directorio, según corresponda, y, lo...		▼
<input type="checkbox"/>	2	R51	Establecer un comité directivo de TI (o equivalente) compuesto por la dirección ejecutiva, de negocio y de TI p...		▼
<input type="button" value="Add Row"/>					
Porcentaje Cumplimiento Factores de Riesgo Operativo Tecnológico					
<input type="text" value="95.83"/>					
Porcentaje Cumplimiento Continuidad del Negocio					
<input type="text" value="100"/>					
Porcentaje Cumplimiento Servicios Provistos por Terceros					
<input type="text" value="100"/>					
Porcentaje Cumplimiento Total					
<input type="text" value="98.61"/>					

Figura 20. Validación 1 Sistema

Las respuestas entregadas por el ingeniero del conocimiento se muestran en la tabla 21.

Tabla 21*Validación 1 Ingeniero del conocimiento*

Respuestas Ingeniero del Conocimiento	
Preg 1	SI
Preg 3	SI
Preg 4	SI
Preg 5	NO
RECOMENDACION R51	
ACTIVIDAD AR511	
ACTIVIDAD AR512	
Preg 6	SI
Preg 21	SI
Preg 22	SI
Preg 23	SI
Preg 24	SI
Preg 26	SI
Preg 27	SI
Preg 28	SI
Preg 29	SI
Preg 30	SI
Preg 31	SI
Preg 32	SI
Preg 33	SI
Preg 35	SI
Preg 36	SI
Preg 37	SI
Preg 38	SI
Preg 39	SI
Preg 40	SI
Preg 41	SI
Preg 42	SI
Preg 43	SI
Preg 44	SI
Preg 45	SI
Preg 46	SI
Preg 47	SI
Preg 48	SI

CONTINÚA



Preg 49	SI
Preg 50	SI
Preg 51	SI
Preg 52	SI
Preg 53	SI
Preg 54	SI
Preg 55	SI
Preg 56	SI
Preg 57	SI
Preg 58	SI
Preg 59	SI
Preg 60	SI
Preg 61	SI
Preg 62	SI
Preg 63	SI
Preg 64	SI
Preg 65	SI
Preg 66	SI
Preg 67	SI
Preg 68	SI
Preg 69	SI
Preg 70	SI
Preg 71	SI
Preg 72	SI
Preg 73	SI
Preg 74	SI
Preg 75	SI
Preg 76	SI
Preg 77	SI
Preg 78	SI
Preg 79	SI
Preg 80	SI
Preg 81	SI
Preg 82	SI
Preg 83	SI
Preg 84	SI
Preg 85	SI

CONTINÚA

Preg 86	SI
Preg 87	SI
Preg 88	SI
Preg 89	SI
Preg 90	SI
Preg 91	SI
Preg 92	SI
Porcentaje Cumplimiento: 98%	

En la *figura 21* se muestra el camino que siguen las respuestas contestadas tanto del ingeniero del conocimiento como del sistema.



Figura 21. Camino recorrido por el experto y el sistema V1

En el segundo caso se validará el camino que toma el sistema cuando una entidad no cuenta con un “Plan Estratégico de Tecnologías de la Información (PETI)”.

Las respuestas entregadas por el sistema se muestran en la *figura 22*.

Nombre Cooperativa prueba02	Segmento Segmento 1 o 2			
Fecha inicio 06-01-2020	Información Segmento 1 (Mayor a 80 millones), Segmento 2 (80 a 20 millones), Segmento 3 (20 a 5 millones)			
Escoja sección de la norma Todas las secciones				
RECOMENDACIONES				
<input type="checkbox"/>	Numero	Pregunta Solventada	Recomendación	
<input type="checkbox"/>	1	R262/R...	Cuentan con una Planificación Es...	Practicar proceso APO02.05 Definir el plan estratégico y la hoja de ruta.
<input type="checkbox"/>	2	R261	Cuentan con una Planificación Es...	La entidad debe contar con un plan estratégico de tecnológica de infor...
<input type="checkbox"/>	3	R141	El comite cuenta con un Plan Estr...	El comite debe establecer lineamientos para formular el plan estrategico...

ACTIVIDADES A REALIZAR				
<input type="checkbox"/>	Númer...	Actividad		
<input type="checkbox"/>	1	R262/R...	Crear una hoja de ruta indicando la planificación y las interdependencias de las iniciativas.	▼
<input type="checkbox"/>	2	R262/R...	Identificar los requerimientos de recursos, planificación y presupuestos de inversión/operacional de cada inicia...	▼
<input type="checkbox"/>	3	R262/R...	Obtener formalmente soporte de las partes interesadas y obtener aprobación del plan.	▼
<input type="checkbox"/>	4	R262/R...	Traducir los objetivos en medidas de resultado representadas por métricas (qué) y objetivos (cuánto) que pued...	▼
<input type="checkbox"/>	5	R262/R...	Definir las iniciativas necesarias para cerrar las diferencias y migrar del entorno actual al deseado, incluyendo ...	▼
<input type="checkbox"/>	6	R262/R...	Identificar y abordar adecuadamente los riesgos, costes e implicaciones de los cambios organizativos, evolució...	▼
<input type="checkbox"/>	7	R262/R...	Determinar dependencias, solapamientos, sinergias e impactos entre las iniciativas y priorizar las iniciativas.	▼
Add Row				

CONTINÚA





Figura 22. Validación 2 Sistema

Las respuestas entregadas por el ingeniero del conocimiento se muestran en la tabla 22.

Tabla 22

Validación 2 Ingeniero del conocimiento

Respuestas Ingeniero del Conocimiento	
Preg 1	SI
Preg 3	SI
Preg 4	SI
Preg 5	SI
Preg 6	SI
Preg 9	SI
Preg 10	SI
Preg 11	SI
Preg 12	SI
Preg 13	SI
Preg 14	NO
RECOMENDACION R141	NO
RECOMENDACION R142	NO
Preg 15	SI
Preg 16	SI
Preg 17	SI
Preg 18	SI
Preg 19	SI
Preg 20	SI

CONTINÚA



Preg 21	SI
Preg 22	SI
Preg 23	SI
Preg 24	SI
Preg 26	NO
RECOMENDACION R261	
RECOMENDACION R262	
ACTIVIDAD AR2621	
ACTIVIDAD AR2622	
ACTIVIDAD AR2623	
ACTIVIDAD AR2624	
ACTIVIDAD AR2625	
ACTIVIDAD AR2626	
ACTIVIDAD AR2627	
Preg 27	SI
Preg 28	SI
Preg 29	SI
Preg 30	SI
Preg 31	SI
Preg 32	SI
Preg 33	SI
Preg 35	SI
Preg 36	SI
Preg 37	SI
Preg 38	SI
Preg 39	SI
Preg 40	SI
Preg 41	SI
Preg 42	SI
Preg 43	SI
Preg 44	SI
Preg 45	SI
Preg 46	SI
Preg 47	SI
Preg 48	SI
Preg 49	SI
Preg 50	SI

CONTINÚA



Preg 51	SI
Preg 52	SI
Preg 53	SI
Preg 54	SI
Preg 55	SI
Preg 56	SI
Preg 57	SI
Preg 58	SI
Preg 59	SI
Preg 60	SI
Preg 61	SI
Preg 62	SI
Preg 63	SI
Preg 64	SI
Preg 65	SI
Preg 66	SI
Preg 67	SI
Preg 68	SI
Preg 69	SI
Preg 70	SI
Preg 71	SI
Preg 72	SI
Preg 73	SI
Preg 74	SI
Preg 75	SI
Preg 76	SI
Preg 77	SI
Preg 78	SI
Preg 79	SI
Preg 80	SI
Preg 81	SI
Preg 82	SI
Preg 83	SI
Preg 84	SI
Preg 85	SI
Preg 86	SI
Preg 87	SI

CONTINÚA

Preg 88	SI
Preg 89	SI
Preg 90	SI
Preg 91	SI
Preg 92	SI
Porcentaje Cumplimiento: 98%	

En la *figura 23* se muestra el camino que siguen las respuestas contestadas tanto del ingeniero del conocimiento como del sistema.



Figura 23. Camino recorrido por el experto y el sistema V2

En el tercer caso se validará el camino que toma el sistema cuando una entidad no cuenta con los dos casos anteriores y adicionales cuando no existe “Procesos, u metodologías para la selección o contratación de proveedores”

Las respuestas entregadas por el sistema se muestran en la *figura 24*.

Nombre Cooperativa

prueba03

Segmento

Segmento 1 o 2

Fecha inicio

06-01-2020

fecha_inicio

Información

Segmento 1 (Mayor a 80 millones), Segmento 2 (80 a 20 millones), Segmento 3 (20 a 5 millones)

Escoja sección de la norma

Todas las secciones

RECOMENDACIONES

<input type="checkbox"/>	Numero	Pregunta Solventada	Recomendación		
<input type="checkbox"/>	1	R911	Cuenta con proveedores alternos...	La entidad debe contar con proveedores alternos para proveer bienes y ...	▼
<input type="checkbox"/>	2	R681	Cuenta con un proceso integral p...	Es necesario que la entidad cuente con procesos para la calificación y s...	▼
<input type="checkbox"/>	3	R521	Cuenta con servicios de Cloud C...	Verifique exhaustivamente que su empresa no contrate servicios de infr...	▼
<input type="checkbox"/>	4	R262	Cuentan con una Planificación Es...	Practicar proceso APO02.05 Definir el plan estratégico y la hoja de ruta.	▼
<input type="checkbox"/>	5	R261	Cuentan con una Planificación Es...	La entidad debe contar con un plan estratégico de tecnológica de infor...	▼
<input type="checkbox"/>	6	R901	Cuenta con el plan de contingenc...	La entidad debe verificar el plan de contingencia y continuidad del servi...	▼
<input type="checkbox"/>	7	R861	Conoce el nivel de soporte, capa...	La entidad debe conocer el nivel de soporte, capacitacion y transferenci...	▼
<input type="checkbox"/>	8	R51	Su estructura organizacional cue...	Debe contar con un comite de Tecnologías de la informacion, Practicar ...	▼

CONTINÚA



ACTIVIDADES A REALIZAR

<input type="checkbox"/>	Númer...	Actividad	
<input type="checkbox"/>	1	R262	Crear una hoja de ruta indicando la planificación y las interdependencias de las iniciativas.
<input type="checkbox"/>	2	R262	Identificar los requerimientos de recursos, planificación y presupuestos de inversión/operacional de cada inicia...
<input type="checkbox"/>	3	R262	Obtener formalmente soporte de las partes interesadas y obtener aprobación del plan.
<input type="checkbox"/>	4	R262	Traducir los objetivos en medidas de resultado representadas por métricas (qué) y objetivos (cuánto) que pued...
<input type="checkbox"/>	5	R262	Definir las iniciativas necesarias para cerrar las diferencias y migrar del entorno actual al deseado, incluyendo ...
<input type="checkbox"/>	6	R262	Identificar y abordar adecuadamente los riesgos, costes e implicaciones de los cambios organizativos, evolució...
<input type="checkbox"/>	7	R262	Determinar dependencias, solapamientos, sinergias e impactos entre las iniciativas y priorizar las iniciativas.
<input type="checkbox"/>	8	R861	Analizar aspectos de: Tiempo en el mercado. Certificación del proveedor.
<input type="checkbox"/>	9	R51	El comité estará conformado por: un vocal del consejo de administración o directorio, según corresponda, y, lo...
<input type="checkbox"/>	10	R51	Establecer un comité directivo de TI (o equivalente) compuesto por la dirección ejecutiva, de negocio y de TI p...
<input type="button" value="Add Row"/>			

Porcentaje Cumplimiento Factores de Riesgo Operativo Tecnológico

81.25

Porcentaje Cumplimiento Continuidad del Negocio

100

Porcentaje Cumplimiento Servicios Provistos por Terceros

25.93

Porcentaje Cumplimiento Total

69.06

Figura 24. Validación 3 Sistema

Las respuestas entregadas por el ingeniero del conocimiento se muestran en la tabla 23.

Tabla 23*Validación 3 Ingeniero del conocimiento*

Respuestas Ingeniero Conocimiento	
Preg 1	SI
Preg 3	SI
Preg 4	SI
Preg 5	NO
RECOMENDACION R51	
ACTIVIDAD AR511	
ACTIVIDAD AR512	
Preg 6	SI
Preg 21	SI
Preg 22	SI
Preg 23	SI
Preg 24	SI
Preg 26	NO
RECOMENDACION R261	
RECOMENDACION R262	
ACTIVIDAD AR2621	
ACTIVIDAD AR2622	
ACTIVIDAD AR2623	
ACTIVIDAD AR2624	
ACTIVIDAD AR2625	
ACTIVIDAD AR2626	
ACTIVIDAD AR2627	
Preg 27	SI
Preg 28	SI
Preg 29	SI
Preg 30	SI
Preg 31	SI
Preg 32	SI
Preg 33	SI
Preg 35	SI
Preg 36	SI
Preg 37	SI
Preg 38	SI
Preg 39	SI

CONTINÚA



Preg 40	SI
Preg 41	SI
Preg 42	SI
Preg 43	SI
Preg 44	SI
Preg 45	SI
Preg 46	SI
Preg 47	SI
Preg 48	SI
Preg 49	SI
Preg 50	SI
Preg 51	SI
Preg 52	NO
RECOMENDACION R521	
Preg 66	SI
Preg 67	SI
Preg 68	NO
RECOMENDACION R681	
Preg 82	SI
Preg 83	SI
Preg 84	SI
Preg 85	SI
Preg 86	NO
RECOMENDACION R861	
ACTIVIDAD AR8611	
Preg 87	SI
Preg 88	SI
Preg 89	SI
Preg 90	NO
RECOMENDACION R901	
Preg 91	NO
RECOMENDACION R911	
Preg 92	SI
Porcentaje Cumplimiento: 70%	

En la *figura 25* se muestra el camino que siguen las respuestas contestadas tanto del ingeniero del conocimiento como del sistema.

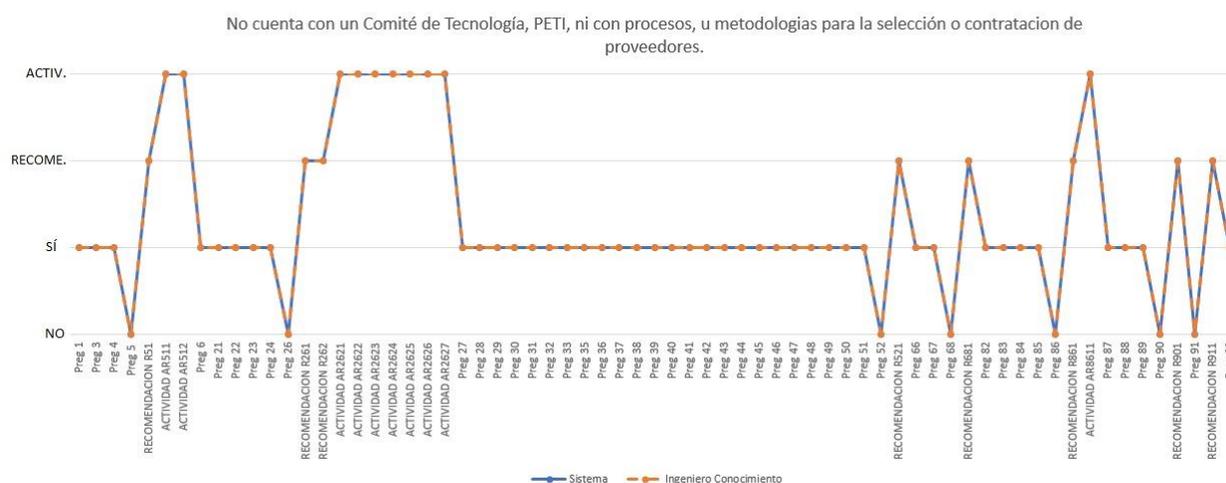


Figura 25. Camino recorrido por el experto y el sistema V3

Como se pudieron observar en las gráficas; los resultados que obtiene el ingeniero del conocimiento al aplicar los cuestionarios en los distintos casos, son muy similares a los que se obtiene en el sistema. Con excepción del segundo caso en donde al ser ambas preguntas relacionadas al Plan Estratégico de Tecnologías de la Información, las recomendaciones que emite el sistema se repiten para las dos preguntas relacionadas al PETI, esto ocurre solo en la base de conocimiento, que es lo que está validando, pero para mostrar al usuario se filtran dejándola solo en una; por otro lado, el ingeniero de conocimiento emitió una sola recomendación para esta inconformidad.

El sistema también fue validado a partir de un auditor interno de una cooperativa quien, al aplicar el test, demostró que el porcentaje de cumplimiento emitido por el sistema, en comparación con su análisis es muy similar, ofreciendo además recomendaciones y actividades que le ayudaran a resolver de manera rápida y eficiente los artículos que no cumple la cooperativa.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS

En este capítulo se mostrará los resultados obtenidos al probar el sistema experto con un auditor interno perteneciente a una cooperativa de ahorro y crédito, debido a petición de la cooperativa no se podrá exponer el nombre de la misma, pero si se mostraran datos reales otorgados por la cooperativa los mismos que sirvieron para contrastar los datos obtenidos en la evaluación del sistema.

4.1 ESCENARIO DE EXPERIMENTACIÓN

El sistema experto fue probado en una cooperativa del segmento 1 (activos mayores a 80'000.000,00), se realizó el test completo de cada una de las secciones contempladas en el sistema por lo que se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de los factores de riesgo operativo, servicios provistos por tercero y continuidad del negocio. El test fue realizado por un auditor interno de la cooperativa en instalaciones de la cooperativa.

Para poder obtener una comparativa de los resultados dados por el sistema con los datos de un experto; la cooperativa donde se realizaron las pruebas disponía de un análisis de la norma teniendo un porcentaje de cumplimiento obtenido por un auditor. El análisis del auditor se obtuvo a partir de un matriz segmentada por cada uno de los artículos de la norma en donde se coloca el porcentaje de cumplimiento de cada artículo.

La evaluación comenzó con el ingreso al sistema por parte auditor interno, la ejecución del test, y finalmente la obtención de los resultados.

4.2 DATOS OBTENIDOS

Al finalizar el test el auditor había contestado a 74 preguntas, obteniendo el porcentaje de cada sección de la norma y recibiendo también 18 recomendaciones y 24 actividades a realizar para solventar las inconformidades.

Los datos obtenidos de la realización del test por parte del auditor interno se muestran en la *figura 26*.



Figura 26. Resultado del test

Los resultados internos otorgados por el auditor interno de la cooperativa, se muestran en la *figura 27*.

Matriz de Seguimiento y Control de Cumplimiento a la Normativa de Riesgo Operativo								
Año 2019								
ÁREA			RIESGOS	Unidad	RIESGOS			
RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE EVIDENCIA			ANALISTA DE RIESGO OPERATIVO					
#	NORMATIVA	CRITERIO DE ANÁLISIS	PUNTOS A REVISAR	TRIMESTR	Nivel de Cumplimiento			% AVANCE
					IMPLI- MENTA- DO	EN PRO- CESO	NO IMPLI- MENTA- DO	
FACTOR TECNOLÓGÍA								83%

Figura 27. Datos reales de la cooperativa

Fuente: (Cooperativa)

Los resultados completos del análisis tanto del sistema como del auditor se encuentran en los anexos. Al comparar ambos resultados podemos decir que tanto el sistema experto SERT como

los resultados obtenidos por un auditor son casi similares siendo el porcentaje obtenido por el sistema inferior al porcentaje del auditor. En la tabla 24 se muestra el cálculo de la efectividad del sistema experto.

Tabla 24
Cálculo de efectividad

Resultado Obtenido	79,79%
Resultado Esperado	83%
Efectividad	96,13%

La efectividad del sistema experto en pruebas reales es del 96,13%, un número que da confianza para la evaluación y cumplimiento de la norma N° SEPS-IGT-IR-IGJ-2018-0279 emitida por la SEPS para las cooperativas de ahorro y crédito del Ecuador.

Además de esto el sistema proporcionó también las recomendaciones y actividades a realizar para que la cooperativa cumpla con la norma específicamente la parte riesgo operativo tecnológico.

En la *figura 28* se muestra las recomendaciones emitidas por el sistema.

Sr	Numero	Artículo	Pregunta Solventada	Recomendación
1	R911	Art 14 Proveedores alternos para los servicios críticos	Cuenta con proveedores alternos para los servicios críticos con capacidad técnica y operativa para proveer bienes y prestar servicios?	La entidad debe contar con proveedores alternos para proveer bienes y prestar servicios que se requiera
2	R521	Art 9.3.4 Contratar servicios	Cuenta con servicios de Cloud Computing?	Verifique exhaustivamente que su empresa no contrate servicios de infraestructura, plataforma o software en la nube, en el caso de hacerlo es necesario que revise todo el artículo 9.3.4 de la norma de la SEPS relacionado a Contratar servicios
3	R851	Art 13.1 Adquisición, implantación o arriendo de los bienes, servicios o sistemas tecnológicos.	Cuenta con la especificación de los costos totales?	La entidad debe verificar los costos totales
4	R761	Art 13 Calificación y selección de proveedores	Cuenta con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad de instalación?	Debe contar con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad de las instalaciones
5	R762/R752	Art 13 Calificación y selección de proveedores/Art 13 Calificación y selección de proveedores	Cuenta con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad de instalación?/Cuenta con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad del servicio?	Practicar Cobit 5 APO10.03: Gestionar contratos y relaciones con proveedores.
6	R751	Art 13 Calificación y selección de proveedores	Cuenta con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad del servicio?	Debe contar con procedimientos para evaluar la capacidad y calidad del servicio
7	R711	Art 13 Calificación y selección de proveedores	Cuenta con procedimientos para análisis de costo beneficio?	Debe contar con procedimientos para analizar el costo y beneficio
8	R481	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	Cuenta con procedimientos de migración de plataforma tecnológica?	La entidad debe contar con procedimientos de migración de la plataforma tecnológica que incluyan controles para garantizar la continuidad del servicio
9	R483	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	Cuenta con procedimientos de migración de plataforma tecnológica?	Practicar Cobit 5 BAI07.02: Planificar la conversión de procesos de negocio, sistemas y datos.
10	R484	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	Cuenta con procedimientos de migración de plataforma tecnológica?	Practicar Cobit 5 BAI07.04 Establecer un entorno de pruebas.

CONTINÚA



11	R482	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	Cuenta con procedimientos de migración de plataforma tecnológica?	Practicar Cobit 5 BAI07.01: Establecer un plan de implementación.
12	R485	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	Cuenta con procedimientos de migración de plataforma tecnológica?	Practicar Cobit 5 BAI07.08 Ejecutar una revisión post-implantación.
13	R411	Art 9.3.2 Garantizar el proceso de adquisición	Cuenta con procedimientos de migración de la información?	La entidad debe implementar procedimientos de migración de la información que incluyan controles para garantizar las características de integridad, disponibilidad y confidencialidad.
14	R361	Art 9.3.2 Garantizar el proceso de adquisición	Cuenta con requerimientos técnicos y el análisis de la relación y afectación a la capacidad de la infraestructura tecnológica actual?	La entidad debe contar con requerimientos técnicos y análisis de afectación a la capacidad de la infraestructura actual.
15	R151	Art 9.2.2 Funciones del Comité de Tecnología de la Información	El comité establece lineamientos para la formulación del plan estratégico de tecnologías de la información, relacionado con el plan estratégico de la entidad y presupuestos aprobados	El comité debe establecer lineamientos para formular el plan estratégico de tecnologías de la información
16	R152	Art 9.2.2 Funciones del Comité de Tecnología de la Información	El comité establece lineamientos para la formulación del plan estratégico de tecnologías de la información, relacionado con el plan estratégico de la entidad y presupuestos aprobados	Practicar proceso APO02.05 Definir el plan estratégico y la hoja de ruta
17	R731	Art 13 Calificación y selección de proveedores	Cuenta con procedimientos para evaluar la capacidad y oportunidad de respuesta del proveedor a solicitudes de presupuesto?	Debe contar con procedimientos para evaluar la capacidad y oportunidad de respuesta del proveedor a solicitudes de presupuesto
18	R451	Art 9.3.3 Garantizar la infraestructura tecnológica	El manual cuenta con procedimientos para administrar, monitorear y registrar la configuración del software?	La entidad debe mantener procedimientos para administrar, monitorear y registrar la configuración del software

Figura 28. Recomendaciones del sistema

En la *figura 29* se muestra las actividades emitidas por el sistema.

Sr	Número recomendación	Actividad
1	R851	Analizar aspectos de: Marca, Año de fabricación. Mantenimiento. Presencia en el mercado.
2	R762/R752	Asignar propietarios de la relaciones para cada proveedor y hacerles responsables de la calidad del servicio proporcionado
3	R762/R752	Especificar un proceso de comunicación formal y de revisión, que incluyan las interacciones con el proveedor y la planificación.
4	R762/R752	Acordar, gestionar, mantener y renovar los contratos con los proveedores. Asegurar que los contratos son conformes con las normas corporativas y con los requisitos legales y regulatorios.
5	R711	Analizar aspectos de: Calidad del servicio. Cumplimiento de plazos de contrato. Certificaciones del proveedor.
6	R483	Incluir en el plan de conversión de datos, métodos para recopilar, convertir y verificar los datos que han de ser convertidos e identificar y resolver cualquier error encontrado durante la conversión. Incluir la comparación entre el dato convertido y el original para asegurar completitud e integridad.
7	R483	Definir un plan de migración de procesos de negocio, datos, servicios e infraestructura de TI. Considerar, por ejemplo, hardware, redes, sistemas operativos, software, datos transaccionales, ficheros maestros, copias de seguridad y archivadas, interfaces con otros sistemas (tanto internos como externos), posibles requisitos de cumplimiento y documentación del sistema en el desarrollo del plan.
8	R483	Coordinar y verificar el tiempo y completitud de los puntos de corte en la conversión, de forma que haya una transición continua y suave sin pérdidas en los datos transaccionales.
9	R482	Revisar formalmente los riesgos técnicos y de negocio asociados a la implantación y asegurar que el riesgo clave es considerado y tratado en el proceso de planificación.

CONTINÚA



10	R482	Crear un plan de implantación que refleje la estrategia global de implantación, la secuencia de acciones de implantación, recursos necesarios, interdependencias, criterios para la aceptación por parte de la Dirección de la implantación en producción, requisitos para verificar la instalación, estrategia de transición para el soporte en producción, y la actualización de los planes de continuidad de negocio.
11	R484	Proteger los datos de prueba y resultados que sean sensibles frente al revelado de información, incluyendo el acceso, la conservación, el almacenamiento y la destrucción. Considere el efecto de la interacción de los sistemas de la organización con los sistemas de terceras partes.
12	R484	Asegurar que el entorno de pruebas es representativo del escenario futuro de operaciones y de negocio, incluyendo procedimientos y roles de los proceso de negocio, carga de trabajo probable, sistemas operativos, aplicaciones software necesarias, sistemas de gestión de bases de datos, redes e infraestructura de comunicaciones utilizadas en el entorno de producción.
13	R485	Consultar a los propietarios de procesos de negocio y gestores técnicos de TI sobre la elección de métricas para medir el éxito y la consecución de requisitos y beneficios.
14	R361	Se debe levantar y documentar los requerimientos tecnicos, las características físicas y condiciones del entorno en donde el elemento software ha de funcionar
15	R152	Determinar dependencias, solapamientos, sinergias e impactos entre las iniciativas y priorizar las iniciativas.
16	R152	Identificar y abordar adecuadamente los riesgos, costes e implicaciones de los cambios organizativos, evolución tecnológica, requisitos normativos, reingeniería de los procesos de negocio, dotación de personal, oportunidades de internalización (insourcing) y externalización (outsourcing), etc., en el proceso de planificación.
17	R152	Identificar los requerimientos de recursos, planificación y presupuestos de inversión/operacional de cada iniciativa..
18	R152	Traducir los objetivos en medidas de resultado representadas por métricas (qué) y objetivos (cuánto) que puedan ser relacionados con los beneficios empresariales.
19	R152	Obtener formalmente soporte de las partes interesadas y obtener aprobación del plan.
20	R152	Definir las iniciativas necesarias para cerrar las diferencias y migrar del entorno actual al deseado, incluyendo el presupuesto de inversión/operativo, fuentes de financiación y estrategia de provisión.
21	R152	Crear una hoja de ruta indicando la planificación y las interdependencias de las iniciativas.
22	R731	Analizar aspectos de: Cambios en los contratos. Flexibilidad de pago. Formas de pago.
23	R451	El procedimiento debe contar con: Objetivo, alcance, responsables, Definiciones, Políticas de operacion, y la descripción de las actividades con sus respectivos responsables.
24	R451	Actualizar versión Software: Recibir, analizar y direccionar la correspondencia del proveedor o grupo de desarrollo. Actualización el software según requerimiento. Verificar la funcionalidad del software. Actualización del inventario del software. Administración del software: Monitorear diariamente la funcionalidad y disponibilidad del software. Pruebas de acceso a las aplicaciones.

Figura 29. Actividades del sistema

Como se puede observar en las imágenes, la cooperativa de ahorro y crédito donde se ha realizado las pruebas ha recibido 18 recomendaciones en la tabla 25 se muestra las recomendaciones divididas en los enfoques del artículo.

Tabla 25

Informe de recomendaciones

Enfoque del artículo	Nº de Recomendaciones
Adquisición, selección y calificación de proveedores	7
Garantizar la infraestructura tecnológica	6
Garantizar el proceso de adquisición	3
Funciones del Comité de Tecnología	2

Por lo tanto, la cooperativa debería enfocarse más en solucionar los procesos de adquisición, selección y calificación de proveedores que es en lo que más está fallando y también en garantizar la infraestructura tecnológica, especialmente en los procedimientos de migración de plataforma tecnológica.

En cuanto a las actividades que debería seguir la cooperativa para solucionar estas recomendaciones se emitieron 24 actividades, la mayoría de actividades provienen de los procesos catalizadores de COBIT 5. En la tabla 26 se muestran las actividades que debe seguir la cooperativa.

Tabla 26

Informe actividades

Enfoque	Proceso Catalizador / Norma	Nº de Actividades
Adquisición, selección y calificación de proveedores	• APO10.03	5

CONTINÚA



Garantizar la infraestructura tecnológica	<ul style="list-style-type: none">• BAI07.01, BAI07.02, BAI07.04, BAI07.08	10
Garantizar el proceso de adquisición	Art 9.3.2	2
Funciones del Comité de Tecnología	<ul style="list-style-type: none">• APO02.05	7

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este capítulo se detallan las conclusiones obtenidas al culminar el trabajo de investigación, además se presentan trabajos futuros que serán un completo al trabajo realizado.

5.1 CONCLUSIONES

- El estado del arte actual investigado en referencia a sistemas expertos para el riesgo operativo tecnológico; ayudo a determinar la estructura más óptima de la base del conocimiento, utilizando el encadenamiento de reglas hacia delante ya que las inferencias en el sistema experto se realizan a partir del cumplimiento de los artículos para determinar el nivel de conformidad de la norma por parte de la entidad.
- El desarrollo del sistema experto presenta varios retos para el ingeniero del conocimiento ya que la parte más esencial del sistema es encontrar la manera de condensar todo el conocimiento de un experto en un sistema, si bien el utilizar una norma para delimitar el alcance del riesgo operativo ayudo a no extenderse demasiado, también permitió tener una base común para el experto y el ingeniero del conocimiento.
- La metodología de Buchanan ayudo en gran parte al desarrollo del sistema experto ya que proporciono las pautas necesarias para su desarrollo, siendo las fases de conceptualización y formalización las más importantes, donde se especificó la manera en que se obtendrá la base del conocimiento y como transfórmalo para que pueda ser interpretado.
- La auditoría de primera parte para el riesgo operativo tecnológico que se genera a partir del sistema experto puede ayudar considerablemente a los auditores como un primer vistazo a la entidad que se está auditando e inclusive puede ayudar a las cooperativas como medio para conocer su estado

actual del cumplimiento de la norma o las actividades a realizar al momento de cambiar de segmento.

- Los resultados obtenidos por parte del sistema experto al realizar la prueba en una cooperativa de ahorro y crédito, tienen un porcentaje de efectividad del 96,13% siendo un índice considerable para poder confiar en el sistema experto, siendo los resultados muy similares a los de un auditor interno.

5.2 TRABAJOS FUTUROS

- El sistema experto desarrollado puede tener un nuevo alcance integrando toda la norma de control y realizando la auditoria tanto para el riesgo legal como para el riesgo operativo con todas sus secciones y no solo con la sección de tecnología.
- La norma utilizada en el sistema experto tiene referencias directas de otras normas, por lo cual sería posible integrar esas normas al sistema experto permitiendo tener un compendio de las normas de la SEPS y realizar un análisis más completo de las regulaciones emitidas.
- Finalmente, la arquitectura del sistema experto desarrollado permite que el mismo sirva como base para crear nuevos sistemas con diferentes enfoques, a través de los archivos Excel ingresando nuevas preguntas, nuevas recomendaciones y nuevas reglas de manera sencilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Amador, M. (1998). Redes telemáticas y educación. Máster en Multimedia y Educación. *Fotocopiado*, 20.
- Angulo, S., & Astudillo, G. (31 de 01 de 2017). 200 cooperativas se liquidaron en tres años, según la Cosede. *El comercio*, pág. 1.
- Auditors, I. O. (4 de 05 de 2013). *Standards and Guidance*. Obtenido de Definition of Internal Auditing: <https://na.theiia.org/standards-guidance/mandatory-guidance/Pages/Definition-of-Internal-Auditing.aspx>
- Azar, A., & Dolatabad, K. M. (2018). A method for modelling operational risk with Fuzzy cognitive maps. *Expert Systems With Applications*.
- Badaró, S., Ibañez, L., & Agüero, M. (2013). Sistemas expertos: fundamentos, metodologías y aplicaciones. *Dialnet*, 349-364.
- Banco de acuerdos internacionales. (2006). Convergencia internacional de medición de capital y estándares de capital: un marco revisado . *Comité de supervisión bancaria de basilea (bcbs)*.
- Baumert, j., critchfield, a., & leavitt, k. (1988). The need for a comprehensive expert system development methodology. *Telematics and informatics*, 325-334.
- Bis. (2006). *Basel committee* . Obtenido de operational risk: https://www.bis.org/list/bcbs/tid_28/index.htm
- Campos, l., & moral, s. (1995). *Independence concepts for convex sets of probabilities, in proceedings of the eleventh conference on uncertainty in artificial intelligence*. San francisco: morgan kaufmann publishers.

- Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Hadi, A. S. (1995). An Introduction to Expert Systems for Medical Diagnoses. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 84.
- Chang, Y.-T., Chen, H., Cheng, R. K., & Chi, W. (2018). The impact of internal audit attributes on the effectiveness of internal control. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 1-2.
- Chorafas, D. N. (2003). Outsourcing, Insourcing and IT for Enterprise Management. En D. N. Chorafas, *Operational Risk with Outsourcing and Insourcing* (págs. 49-70). London: Palgrave Macmillan.
- CLIPS. (30 de 10 de 2018). *CLIPS*. Recuperado el 30 de 10 de 2018, de A Tool for Building Expert Systems: <http://www.clipsrules.net>
- Cordea, M., Viñas, M., & Coria, M. (2017). *Gestión del riesgo tecnológico y bibliotecas: una mirada transdisciplinaria para su abordaje*.
- Cordes. (3 de 1 de 2018). *Análisis sobre el sector de cooperativas de ahorro y crédito en el Ecuador*. Quito.
- Delgado, L., Cortez, A., & Ibañez, E. (2015). Aplicación de metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con redes bayesianas para apoyo al diagnóstico de la Tetralogía de Fallot en el Perú. *Industrial Data*, 18.
- Dijk, J. C., & Williams, P. (1990). Developments in Expert Audit Systems. *Expert Systems in Auditing*, 80-84.
- Dillard, J., & Yuthas, K. (2001). A Responsibility Ethics for Audit Expert Systems. *Journal of Business Ethics*, 337-359.
- Duque, N., Morales, V., & Gonzalez, H. (2018). ESIA Expert System for Systems Audit Risk-Based. *Ibero-American Conference on Artificial Intelligence*, 483-494.

- Engin, G., Aksoyer, B., Avdagic, M., Bozanlı, D., Hanay, U., Maden, D., & Ertek, G. (2014). Rule-based Expert Systems for Supporting University Students. *2nd International Conference on Information Technology and Quantitative Management, ITQM 2014* (págs. 22-31). Istanbul: Elsevier BV.
- Fernández Sanz, L., & Bernad Silva, P. (2014). Risk management in software development projects in Spain: a state of art. *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(70), 233-243.
- Ferrer, R., Roché, J., Castillo, A., & Risco, M. D. (2015). Sistema experto para la elección del tipo de recuperación en canteras de materiales de construcción. *Cubana de Ciencias Informáticas*, 33-48.
- Fitzgerald, C., Letier, E., & Finkelstein, A. (2011). Early Failure Prediction in Feature Request Management Systems. *2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference*, (págs. 229-238). Trento.
- Foundation., P. S. (12 de 07 de 2019). *Preguntas frecuentes generales sobre Python*. Obtenido de ¿Qué es python?: <https://docs.python.org/3/faq/general.html#what-is-python>
- Frappe. (12 de 07 de 2019). *Frappe Framework*. Obtenido de Introduction: <https://frappe.io/docs/#introduction>
- Frese, R., & Sauter, V. (27 de Noviembre de 2014). Improving Your Odds for Software Project Success. *IEEE Engineering Management Review*, págs. 125-131.
- Gantz, S. (2014). Internal Auditing. *The Basics of IT Audit*, 45-61.
- Gantz, S. (2014). IT Audit Fundamentals. *The Basics of IT Audit*, 1-19.
- Garosi, F. (07 de 15 de 2019). *Pyclips Python Module*. Obtenido de Welcome to the pyclips Home Page: <http://pyclips.sourceforge.net/web/>

- Gentili, J., Fernández, M., & Campo, A. (2018). Vulnerability in Bahía Blanca. Estimating technology-related risks. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 659-667.
- Goldberg, Y., & Shmilovici, A. (2005). An expert system approach for quality assurance auditing. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 415–419.
- Gonen, G. B., & Gonen, M. (2012). Probabilistic and discriminative group-wise feature selection methods for credit. *Expert Systems with Applications*.
- Grados, J. (07 de 12 de 2019). *Devcode*. Obtenido de ¿Qué es javascript?: <https://devcode.la/blog/que-es-javascript/>
- Group, S. (2015). *Chaos Report*.
- Herrera, M. (2018 de 04 de 2018). *Una breve mirada a la E.P.S en Ecuador: cooperativas de ahorro y crédito, cifras y datos*. Obtenido de <https://mpht.wordpress.com/2018/04/24/una-breve-mirada-a-la-e-p-s-en-ecuador-cooperativas-de-ahorro-y-credito-cifras-y-datos/>
- IEEE. (2014). IEEE Standar for Software Quality Assurance Processes. New York: IEEE.
- Isaca. (2012). *Catalizadores, Cobit 5 Procesos*. Madrid.
- Kalinowski, M., Oliveira Spínola, R., Conte, T., Prikladnicki, R., Méndez Fernández, D., & Wagner, S. (2015). Towards Building Knowledge on Causes of Critical Requirements Engineering Problems. *27th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2015)*. Pittsburgh.
- Kpodjedo, S., Ricca, F., Galinier, P., Guéhuéneuc, Y.-G., & Antoniol, G. (2011). Desing Evaluation Metrics for Defect Prediction in Objet Oriented Systems. *Empirical Software Engineering*(10664), 141-175.

- Llangarí silva, f. D. (2016). Análisis comparativo de la productividad de metodologías commonkads vs buchanan para el desarrollo de un sistema experto de gestión de cultivos para la jurech. *Escuela superior politécnica de chimborazo*, 63-65.
- Londoño, I. F., Anaya, R., & Tabares, M. S. (2008). Análisis de la ingeniería de requisitos orientada por aspectos según la industria del software. *Eia*, 43-52.
- Mafra, P., Kalinowski, M., Méndez Fernández, D., Felderer, M., & Wagner, S. (2016). Towards guidelines for preventing critical requirements engineering problems. *2016 42th euromicro conference on software engineering and advanced applications (seaa)*. Limasol.
- Medeiros, J., Goulão, M., Vasconcelos, A., & Silva, C. (2016). Towards a model about quality of software requirements specification in agile projects. *2016 10th international conference on the quality of information and communications technology*. Lisboa.
- Miño, G. W. (2013). *Historia del cooperativismo del Ecuador*. Quito: editoGran S.A.
- Nadir, S., Streitferdt, D., & Burggraf, C. (2016). Industrial software developments effort estimation. *2016 international conference on computational science and computational intelligence*. Las Vegas.
- Nagappan, N., Ball, T., & Zeller, A. (2006). Mining metrics to predict component failures. *28th international conference on software engineering*. Shanghai.
- Nagappan, N., Murphy, B., & Basili, V. (2008). The influence of organizational structure on software quality: an empirical case study. *30th international conference on software engineering*. Leipzig.
- Nolan, A., Abrahão, S., & Clements, P. (2011). Managing requirements uncertainty in engine control systems development. *Requirements engineering conference*. Trento.

- Olaperi, y. S., & sanjay, m. (2015). An empirical evaluation of software quality assurance practices and challenges in a developing country. *Ieee international conference on computer and information technology; ubiquitous computing and communications; dependable, autonomic and secure computing; pervasive intelligence and computing*. Liverpool.
- Ouhbi, s., idri, a., fernandez-aleman, j. L., & toval, a. (2013). Software quality requirements: a systematic mapping study. *2013 20th asia-pacific software engineering conference (apsec)*. Bangkok.
- Palma, j., & paniagua arís, e. (2000). Ingeniería del conocimiento. De la extracción al modo de conocimiento. *Inteligencia artificial*, 46-72.
- Partha saha, i. B. (2016). A knowledge based scheme for risk assessment in loan processing by banks. *Decision support systems*.
- Patel, m., virparia, p., & patel, d. (2012). Web based fuzzy expert system and its applications – a survey. *International journal of applied information systems*, 11-15.
- Poveda, g., erazo, e., & neira, g. (2017). Importancia de las cooperativas en el ecuador al margen de la economía popular y solidaria. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 7-8.
- Pytel, p., uhalde, c., dionisio, r., castello, h., tomasello, m., pollo, m., . . . García, r. (2011). Ingeniería de requisitos basada en técnicas de ingeniería del conocimiento. *Xiii workshop de investigadores en ciencias de la computación*, 4.
- Ramírez, a., & ortiz, z. (2011). Gestión de riesgos tecnológicos basada en iso 31000 e iso 27005 y su aporte a la continuidad de negocios. 56-66.
- Rempel , p., & mäder, p. (2016). Preventing defects: the impact of requirements traceability completeness on software quality. *Ieee transactions on software engineering*.

- Robertson, d. (2016). Managing operational risk. En d. Robertson, *introduction to operational risk* (págs. 1-17). New york: palgrave macmillan.
- Rodríguez, d., & valdeoriola, j. (2017). Metodología de la investigación. *Uoc*, 77.
- Sanson, m. (2018). Directrices para auditar sistemas de gestión . *Guidelines for auditing management systems iso 19011 2018*. .
- Seps. (13 de 12 de 2018). *Normativa sector financiero*. Recuperado el 30 de 10 de 2018, de superintendencia de economía popular y solidaria: <http://www.seps.gob.ec/#>
- Seps. (12 de 07 de 2019). *Superintendencia de economía popular y solidaria*. Obtenido de noticias: <https://www.seps.gob.ec/noticia?Ecuador-tiene-un-total-de-887-cooperativas-de-ahorro-y-credito>
- Seps. (12 de 07 de 2019). *Superintendencia de economía popular y solidaria*. Obtenido de noticias: <http://www.seps.gob.ec/noticia?El-sistema-cooperativo-ecuatoriano-muestra-avances-positivos>
- Seps. (12 de 07 de 2019). *Superintendencia de economía popular y solidaria*. Obtenido de institución: <https://www.seps.gob.ec/interna?-que-es-la-seps->
- Seps. (12 de 07 de 2019). *Superintendencia de economía popular y solidaria*. Obtenido de institución: <https://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/seps%20igt%20ir%20igj%202018%200279.pdf/40639c6b-f0d7-4c3c-825e-c4f666e55ccf>
- Solemon, b., sahibuddin, s., & abd , a. A. (2008). Requirements engineering problems in 63 software companies in malaysia. *2008 international symposium on information technology*. Kuala lumpur.

- Sun, y., & shinde, k. (2016). Template-based code generation framework for data-driven software development. *2016 4th intl conf on applied computing and information technology/3rd intl conf on computational science/intelligence and applied informatics/1st intl conf on big data, cloud computing, data science & engineering (acit-csii-bcd)*. Las vegas.
- Suranto, b. (2015). Software prototypes: enhancing the quality of requirements engineering process. *2015 international symposium on technology managment and emerging technologies (istmet)* . Langkawi.
- Tavanaa, m., abtahi, a.-r., caprio, d. D., & poortarigh, m. (2017). An artificial neural network and bayesian network model for liquidity. *Elsevier*, 30.
- Villardefrancos, m. D., & rivera, z. (2006). La auditoria como proceso de control: concepto y tipología. *Ciencias de la información*, 53-59.
- Zhang c., z. W. (2008). *Assessment of banking operational risk*. Springer, berlin, heidelberg.