

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 3**



**Propuesta de una herramienta para la creación de patrones de desempeño asociados al Control Interno en la empresa.**

**Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

**Autores:**

Ailenis Garcia Ruiz

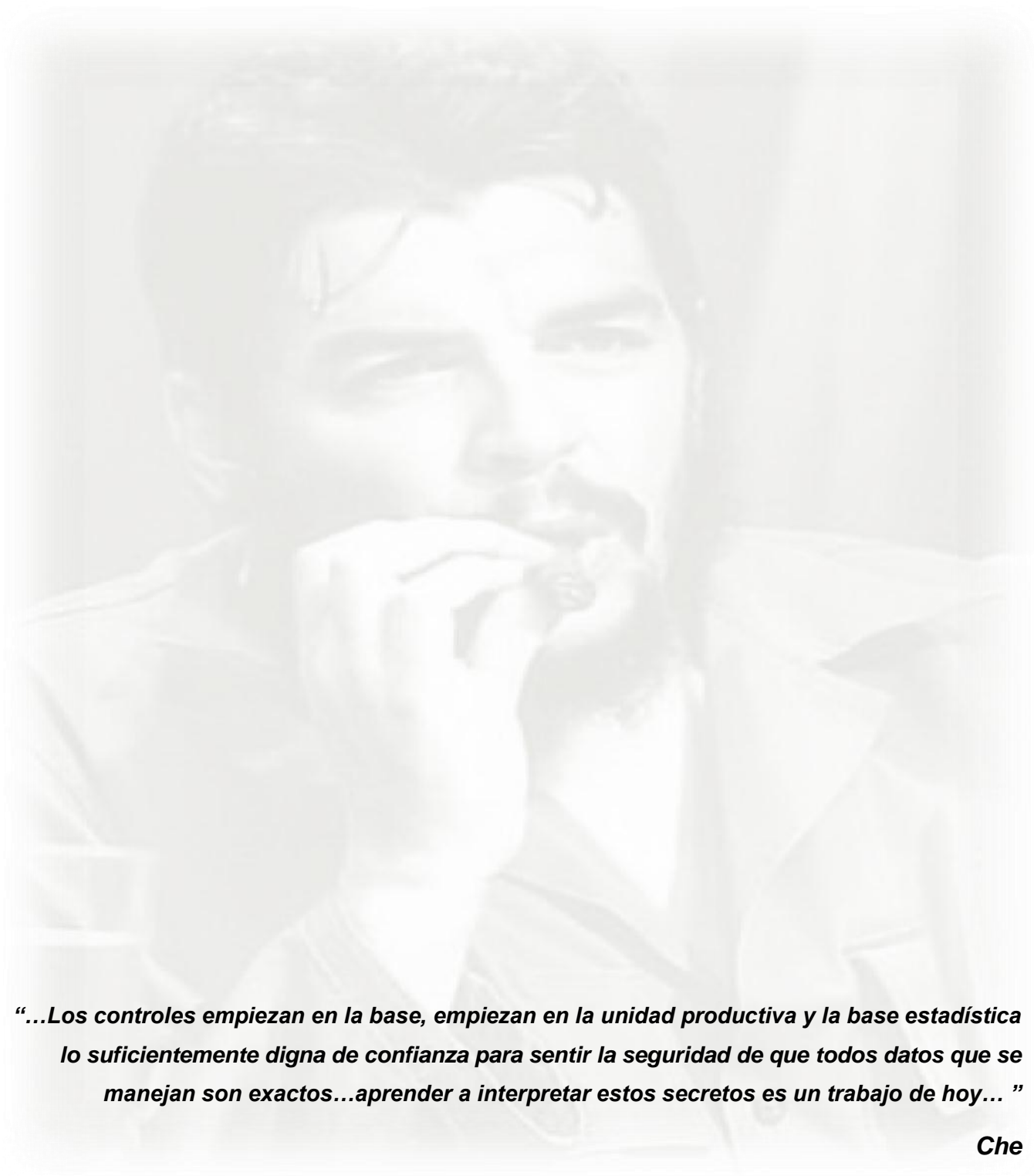
Yoandy Cervela Sánchez

**Tutora:**

M.Sc. Águeda L. García Martín

La Habana

Junio del 2011



***“...Los controles empiezan en la base, empiezan en la unidad productiva y la base estadística lo suficientemente digna de confianza para sentir la seguridad de que todos datos que se manejan son exactos...aprender a interpretar estos secretos es un trabajo de hoy...”***

***Che***

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

---

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser los autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

---

**Ailenis Garcia Ruiz**

---

**Yoandy Cervela Sánchez**

---

**M.Sc. Águeda L. García Martín**

### Datos de Contacto

**M.Sc. Águeda L. García Martín:** Licenciada en Física, Universidad de La Habana, 1975. Máster en Ciencias en Óptica y Láser, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, 1980. Profesora Auxiliar del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InSTEC) del Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente – CITMA. Profesora a Tiempo Parcial y Fundadora de la Universidad de las Ciencias Informáticas. [agueda@uci.cu](mailto:agueda@uci.cu)

## *Dedicatoria*

*Ailenis*

*Le dedico este trabajo a mis padres Damaris y Jorge porque siempre han sido mi fuente de inspiración y por su dedicación durante toda mi formación en esta universidad.*

*A mi hermano Jorgito,*

*A mis abuelos Hilda y Felo por ser lo mejor que tengo, a ellos les dedico no solo esta tesis, les dedico mi vida.*

*A mi novio Carlos porque ha sido consuelo, apoyo y orgullo para mí, te amo.*

*A mi familia, en especial a todos mis primos, que son mucho más que eso, son mis hermanos y a mis tíos y tías por la confianza depositada y la paciencia que siempre han tenido conmigo.*

*A todos los que me ayudaron durante mi estancia en esta escuela.*



*Dedicatoria*

*Yoandy*

*A mis padres Orquídea y José Luis por haberme dado el privilegio de vivir, porque son lo mejor que tengo y siempre me han brindado su infinito amor.*

*A mi bella hermana Dayana que la quiero con la vida.*

*A mis abuelos Mima y Nonó porque son parte fundamental de mi vida, sin ustedes mi vida no tiene sentido. Los adoro.*

*A todos mis tíos y tías, los quiero.*

*A mis amigos de la UCI, el piquete que adoro y que siempre los tendré presente en mi corazón.*

*A todos los que forman parte de mi vida y me han demostrado ser quien soy.*

*Muchas gracias.*



## AGRADECIMIENTOS

---

*Ailenis*

*Le agradezco a toda mi familia por su apoyo incondicional, por brindarme su cariño y en especial a mis padres que adoro con la vida.*

*Ellos me demostraron que podía llegar a formarme como una profesional como lo he logrado hoy. Los quiero mucho.*

*A mi tutora porque fue quien me dio este tema de tesis y le agradezco infinitamente cada momento dedicado y cada aporte brindado.*

*A mi novio, por ser más que novio, amigo, compañero, por soportar cada una de mis malcriadeces. Por quererme tanto y ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance.*

*A mis amigos de universidad que desde el primer momento me comprendieron, me brindaron su mano amiga.*

*A mí querido grupo de primer año el 4107 por ser el primero en todo, por los momentos de alegrías que pasamos juntos.*

*A todas las personas que me ayudaron para que este trabajo tuviera el éxito que hoy se logra, muchas gracias.*

## AGRADECIMIENTOS

---

*Yoandy*

*A mi familia y en especial a mis padres, mi hermana y mis abuelos por la confianza y el apoyo que siempre me han ofrecido, por su cariño incondicional, por su entrega. Por ellos he llegado hasta aquí y sin ellos creo que no sería capaz de superar tantos obstáculos y adversidades.*

*Le agradezco a mi abuelo que ya no está físicamente a mi lado pero que siempre me brindó los mejores consejos para formarme como un profesional.*

*A mi tutora por su dedicación y conocimientos brindados; así como al tribunal y al oponte por las críticas oportunas y por sus útiles consejos.*

*A todos mis compañeros y amigos de grupo que siempre me apoyaron cuando me hizo falta y me brindaron su mano amiga.*

*A mi compañera de tesis Ailenis y a su novio por estos meses de sacrificio, dedicación y entrega.*

*A quien ha sido más que mi amiga, una madre, Maleybis, quien me ha ayudado, apoyado y acompañado en estos largos años de universidad.*

*A mi prima Katiuska por enseñarme tanto en este tiempo, siempre me ha brindado el mejor consejo.*

*Les agradezco a las personas que conocí en Venezuela y que siempre me aconsejaron para que fuera en cada momento un ejemplo para todos; Nancy, Adela, Osdalmi.*

*A mis entrañables amigos de universidad que siempre llevo presente y que me demostraron ser las mejores personas que he conocido en mi vida de estudiante:*

*Gracias Dayan por brindarme incondicionalmente tu apoyo en 5 largos años, por todos los consejos que me distes, tus peleas, por tus críticas y tus elogios, siempre has sido más que un amigo, mi hermano, te valoro mucho.*

*Bonilla, te agradezco infinitamente porque independiente del carácter que tienes me has enseñado mucho y me has sabido comprender como la persona que soy, porque además de ser mi tocayo eres un excelente amigo.*

*Muchas gracias a Daylin, esa chica que siempre ha estado a mi lado, me ha brindado su ayuda en cada momento que he necesitado de sus consejos, desde el primer día ha sabido comprender lo que significo para ella, te adoro mucho.*



## AGRADECIMIENTOS

---

*A mi gran amigo Pablo porque desde que lo conocí siempre ha estado cuando ha hecho falta, siempre ha sido comprensivo en los momentos buenos y malos, es una persona sorprendente y que respeto mucho.*

*Le agradezco a Yaksel porque a pesar de conocerlo hace poco tiempo me ha demostrado ser más que un compañero, ser un buen amigo, gracias por tu preocupación en todo momento. Me enseñaste que en la universidad se hacen las amistades que perduran para siempre, eso nunca lo olvidaré.*

*A Ivian Laobel porque me ha aconsejado y me ha ayudado a superar muchos problemas durante la carrera, siempre ha demostrado ser una persona fenomenal, la quiero muchísimo y le debo parte de mi formación en la UCI, en mi corazón eternamente está presente.*

*Gracias Raquel por siempre estar ahí cuando hace falta, por ser especial, gracias por las cosas buenas que haces día a día y por ser esa chica que en una ocasión me dijo el piropo más bello.*

*A Ivian Naivis le agradezco esos lindos momentos de risas y emociones que compartimos, las charlas que siempre tuvimos y la sinceridad de sus palabras, siempre te tengo presente y te estimo mucho, te quiero.*

*Leonel, gracias por ayudarme cuando ha hecho falta, por ser mi compañero de misión en la gran tierra mágica y por tu apoyo en todo momento desde que te conocí.*

*Mis agradecimientos también para las personas que siempre han sido más que compañeros y que en momentos buenos y malos estuvieron ahí compartiendo, apoyando, dando su mejor consejo y haciéndome reír siempre que se podía, Lixanis, Sandra, Yisel, Yasel, Yordanis, Tamara, Sheyla, Leo.*

*A ustedes amigos les digo que mi felicidad crece porque sé que han sabido comprenderme siempre. Gracias por sus consejos, su dedicación y paciencia; por el simple hecho de tomarme como su amigo.*

*A todos los que me han brindado todo el cariño, la amistad incondicional, el apoyo y comprensión y por haber aportado cada granito de arena en la elaboración de esta tesis.*

*Muchas gracias.*

## Resumen

En las entidades cubanas se lleva a cabo el Control Interno como alternativa para evitar pérdidas ocasionadas por error o fraude o a través de decisiones erróneas basadas en informaciones financieras no contables. Este control se realiza mediante el denominado cuestionario del informe COSO el cual brinda insuficiente información para la toma de decisiones en la empresa.

Dependiendo del problema existente se decide usar los elementos de la Lógica Difusa para lograr eficiencia y confiabilidad de la información que se maneja en las empresas y tratar la incertidumbre y la imprecisión que se genera en las mismas.

La propuesta consiste en el uso de la herramienta informática XFuzzy en su versión 3.0 para el tratamiento difuso de los datos asociados al cuestionario evaluativo del Control Interno lo que permite la creación de un sistema difuso para la obtener una evaluación más confiable. Por otra parte se obtienen patrones asociados al desempeño que alcanza la empresa luego de aplicarle el Control Interno lo que permite observar gradaciones del comportamiento empresarial.

Para llevar a cabo estos procesos se realizan representaciones gráficas que permiten visualizar el dato reflejado en el cuestionario y que muestra cómo se modifica dicha información. Estas representaciones en gráficas constituyen patrones del comportamiento del Control Interno en las empresas y muestra la veracidad del tratamiento difuso que se le realizó al dato asociado al cuestionario evaluativo del Control Interno. Vale destacar que la propuesta planteada sustenta la posibilidad de realizarle un diseño e implementación basada en el XFuzzy para obtener este dato representado gráficamente.

## PALABRAS CLAVE

**Control Interno, Soft Computing, Lógica Difusa, desempeño, patrones, visualización, incertidumbre, información.**

## Contenido

ÍNDICE DE TABLAS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 EL CONTROL INTERNO.....</b>	<b>9</b>
1.2.1 Definición de Control Interno. ....	9
1.2.2 Objetivos del Control Interno. ....	11
1.2.3 Control Interno según el Informe COSO.....	13
1.2.4 Componentes del Control Interno. ....	15
1.2.5 COBIT y ERM. ....	17
1.2.6 Control Interno en Cuba. ....	18
<b>1.3 ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Soft Computing. ....	21
<b>1.4 LÓGICA DIFUSA O BORROSA.....</b>	<b>24</b>
1.4.1 Definiciones Básicas Relacionadas.....	27
<b>1.5 HERRAMIENTAS PARA TRATAR SISTEMAS DIFUSOS.....</b>	<b>29</b>
1.5.1 Un poco de historia. ....	29
1.5.2 Herramientas.....	30
<b>1.7 CONCLUSIONES PARCIALES.....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>35</b>

2.2.1 Aplicación de la Lógica Difusa a la Solución del Problema.....	37
<b>2.3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Descripción detallada de la solución y uso de la herramienta propuesta.....	41
2.3.3 Visualización de los Resultado en la Herramienta.....	52
<b>2.4 CONCLUSIONES PARCIALES.....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO 3. FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2 VISUALIZACIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3 VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA EN EL CUESTIONARIO DEL CONTROL INTERNO.....</b>	<b>57</b>
3.3.1 Patrones que permiten medir el desempeño de la entidad.....	59
<b>3.4 CONCLUSIONES PARCIALES.....</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>74</b>

***Índice de tablas***

TABLA 1. ETIQUETAS ASOCIADAS A CADA VARIABLE. ....38

TABLA 2. DOMINIO INICIAL DE CADA VARIABLE.....38

TABLA 3. VALORES NUMÉRICOS DEL TIPO DE VARIABLE PROCEDIMIENTO. ....44

TABLA 4. VALORES NUMÉRICOS DEL TIPO DE VARIABLE EVALUACIÓN. ....44

TABLA 5. VALORES NUMÉRICOS DEL TIPO DE VARIABLE RESPALDO. ....45

TABLA 6. VALORES NUMÉRICOS DEL TIPO DE VARIABLE EVALUACIONFINAL .....46

**Índice de figuras**

FIGURA 1. CUBO COSO .....15

FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE LOS FUNDAMENTOS DE LA SOFT COMPUTING. ....23

FIGURA 3. EJEMPLO DE LÍMITES DIFUSOS ENTRE VARIABLES CUALITATIVAS, .....36

FIGURA 4. GRÁFICA FUNCIÓN TRAPEZOIDAL. ....39

FIGURA 5. GRÁFICA FUNCIÓN SINGLETON. ....39

FIGURA 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TIPO DE VARIABLE RESPALDOEXISTENTE. ....42

FIGURA 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TIPO DE VARIABLE PROCEDIMIENTO .....43

FIGURA 8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TIPO DE VARIABLE EVALUACIÓN. ....43

FIGURA 9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TIPO DE VARIABLE RESPALDO. ....45

FIGURA 10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL TIPO DE VARIABLE EVALUACIONFINAL .....46

FIGURA 11. REPRESENTACIÓN DE LA BASE DE REGLAS RBRESPLADO EN EL XFUZZY3.0 .....49

FIGURA 12. REPRESENTACIÓN DE LA BASE DE REGLAS RBRESPLADO EN EL XFUZZY3.0 .....50

FIGURA 13. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DIFUSO CREADO .....51

FIGURA 14. EJEMPLO DE RESULTADO FINAL. ....52

FIGURA 15. COMPORTAMIENTO DE LAS REGLAS UTILIZADAS EN RBRESPALDO.....53

FIGURA 16. COMPORTAMIENTO DE LAS REGLAS UTILIZADAS EN RBEVALUACION. ....54

FIGURA 17. COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE EVALUACION CON RESPECTO EVALUACION1 SIN RESPALDO. ....54

FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE LA VARIABLE EVALUACION CON RESPECTO EVALUACION1 CON UN RESPALDO TOTALMENTE CONFIABLE .....55

## Introducción

Galileo (Galileo Galilei) (1564-1642) desde muy temprano hizo público lo que constituiría un precepto para la Ciencia: *“medir lo que es medible e intentar hacer medible lo que todavía no lo es.”* Posteriormente Lord Kelvin (1824-1907) hizo célebre el siguiente pensamiento: *“Si usted puede medir y expresar numéricamente de lo que habla, sabe algo sobre esta materia; pero si usted no puede hacer eso, sus conocimientos son escasos e insuficientes. Puede ser que esto represente el primer paso en la investigación, no obstante, es poco probable que su pensamiento avance hasta el grado de un conocimiento real”.*

Y así ha sido en el camino de la Ciencia la intención del investigador: contar con mediciones sobre los datos relevantes en su campo de interés y conocer los límites de certeza que ellos aportan. Estas diferencias generan retos diferentes y por ello se reconoce actualmente una Metodología de la Investigación Cuantitativa y una Metodología de la Investigación Cualitativa. (Hernández, R.A., 2002) (Hernández-Sampieri, 2006)

No obstante a que se reconocen estas diferencias, y a pesar de estar bien diferenciadas las diferentes técnicas de procesamiento de datos, el paradigma cuantitativo ha permeado de manera marcada las metodologías de diseño de experimentos y las técnicas de procesamiento de los datos que utilizan los investigadores quizás porque cuenta con una manera bien reconocida de tratar la incertidumbre: el enfoque probabilístico-estadístico. Este enfoque, comprensible para el investigador de las llamadas Ciencias Exactas, menos comprensible para el investigador de las Ciencias Naturales y verdaderamente un reto para los de las Ciencias Sociales y las Ciencias Empresariales, el procesamiento de cuestionarios sigue siendo un tema de actualidad.

En el ámbito empresarial, como recurso preventivo de control y desde la década del 90 de pasado siglo, se ha venido utilizando un proceso conocido actualmente como Control Interno. La realización del mismo se rige precisamente por un cuestionario que ha devenido en estándar internacional a partir de iniciativas de un grupo de trabajo creado en los Estados Unidos en 1985 por la *Treadway Commission* (Treadway J.C., 1987) y la empresa de auditoría Coopers & Lybrand. Tal éxito tuvo la propuesta, que en poco tiempo aglutinó a un numeroso grupo de organizaciones y personas hasta contar actualmente alrededor de cincuenta mil miembros. A partir de 1992 se establece como estándar internacional bajo el acrónimo

**COSO** (**Committee Of Sponsoring Organizations**<sup>1</sup> y el cuestionario asociado se conoce como Cuestionario COSO o Informe COSO, vigente en la actualidad. (COSO), 2010)

El Control Interno deberá contribuir a detectar desviaciones a nivel de la organización y posibilitar de manera inmediata la Toma de Decisiones. Esta última se basa fundamentalmente en la información que se tiene, a más y mejor información, la definición del problema tendrá mayor calidad en las propuestas de solución, en el análisis de variantes y en la selección de la alternativa más conveniente. Pero la información no son los datos que se captan directamente del cuestionario. (Pereira, Mireya, 2009) (Román, 2003)

A partir del análisis de la bibliografía disponible y teniendo en cuenta las diferentes dificultades que ha evidenciado el Control Interno en el ámbito nacional, se revelan los siguientes aspectos:

1. El Cuestionario COSO está compuesto por 112 preguntas que, al responderlas por parte del evaluador, podrían generar variables booleanas o escalas de tipo cualitativas, pero sería imposible despojarlas de la subjetividad del evaluador. Este aspecto tiene que ver con la calidad de dato y su confiabilidad, y el requerimiento de tener en cuenta su naturaleza de su calificación en ambigua.
2. Las 112 respuestas a las preguntas del Cuestionario COSO en cada acto de Control Interno, exigen procesar adecuadamente las mismas, extraer información significativa y útil en correspondencia con los... objetivos que persigue dicho acto de control y lograr en cierta medida el seguimiento de la entidad en subsiguientes actos de control. Este aspecto exige una adecuada representación de la información extraída para ser fácilmente ser interpretada por directivos y decisores. Esto tiene que ver con la visualización de la información extraída de cada Control Interno, con la secuencia de varios y consecutivos actos de Control Interno, y la que permitan detectar y corregir las desviaciones con seguridad.

---

<sup>1</sup> *Committee Of Sponsoring Organizations*: Comité de Organizaciones Patrocinadores.



### En consideración al primero:

La captación de la realidad ha tenido lugar de forma cuantitativa a través de razonamientos basados en las observaciones, mediciones y su precisión, y se han utilizado para ello los esquemas clásicos de las Matemáticas. Esto dio lugar a que se creara una imagen de la realidad que, desde la perspectiva de la Matemática, constituye lo que se denomina **modelo matemático**<sup>2</sup>. Es así que la realidad, al ser captada a través de algunos aspectos del hecho original, es sustituida por el modelo, lo cual le resta precisión. El hecho de que la formalización tenga una visión restringida obliga a tener que elegir entre realizar desde el inicio una selección de elementos a considerar para operar después con un instrumento preciso, o captar la realidad con toda su imprecisión, aunque los resultados vendrán dados de manera imprecisa, en fin, debe elegirse entre un modelo preciso pero que no refleja la realidad y un modelo vago pero más adecuado a la misma. (Konaté, 2006) (Jacovkis, 2004)

Ligado con el problema de la mensurabilidad se halla el de la incertidumbre que es consustancial con el pensamiento humano y está presente en la mayoría de sus razonamientos. En los intentos de formalizar los comportamientos en general y las actividades en las empresas en particular ha resultado cada vez más necesario introducir la incertidumbre aunque no fuera susceptible de cuantificación, incorporando hipótesis que aún cuando no sean medibles hoy si son susceptibles de estimación, comparación, gradación, relación, etc. Debido a que en los últimos años se han tenido importantes avances en los modelos matemáticos para la interpretación de la realidad y esto ha permitido tomar decisiones de manera más racional y ha quedado demostrado que los esquemas formales permiten una mejor captación de la realidad cuando no se considera el conocimiento objetivo como un fin y no se supone que los modelos son más reales que los propios acontecimientos. Para que la Toma de Decisiones sea completamente satisfactoria, es necesario tener en cuenta el problema de la incertidumbre de la información.

Hasta 1965, año en que Lofti Zadeh propone en sus propias palabras: *“un acercamiento entre la precisión de las Matemáticas Clásicas y la sutil imprecisión real”*, la incertidumbre en la modelación matemática solamente tenía una dimensión probabilística-estadística. A partir de la introducción de una nueva Lógica, la Lógica Difusa (*Fuzzy Logic*), se pudo lograr otro tipo de medición de la incertidumbre.

---

<sup>2</sup> Modelo matemático: la representación en términos matemáticos del comportamiento de ciertos fenómenos de la vida real.

En los últimos años la Lógica Difusa o Borrosa ha tenido diversas aplicaciones en diferentes campos de la Ciencia e Ingeniería que son continua y abundantemente referidas en la literatura científica, pero en el campo de las Ciencias más necesitadas de este tipo de razonamiento no ocurre, contrastantemente de la misma manera. Un interesante libro publicado en 1993 titulado: "Introducción a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas" expone de manera muy convincente aplicaciones a la decisión de invertir, la decisión de renovar equipos, la gestión de stocks, la selección de personal, la distribución, y contrasta sus diferencias tanto en el campo de la certeza como en el de la probabilidad e ilustra cómo transformarlo en un modelo borroso. (Kaufman, A. and J. G. Aluja, 1993)

Resulta fundamental la distinción entre imprecisión e inexactitud. Lo impreciso y lo borroso, no tiene por qué ser inexacto. La teoría de los subconjuntos borrosos (*Fuzzy sets*) agrupa unos conocimientos imprecisos pero exactos. En la Lógica Clásica o Formal una cosa es verdadera o falsa, pero no puede ser las dos cosas a la vez, al no admitir interpretaciones diversas, mientras que se le asigna una importancia fundamental al grado o nivel de verdad. El desarrollo de las Matemáticas ha impulsado una lógica de razonamiento que consiste en considerar dos valores: el sí y el no, la pertenencia y la no pertenencia. Pero la realidad no siempre es tan simple debido a que siempre existen situaciones intermedias y esto es precisamente lo que se trata de resolver con el uso de la Lógica Borrosa. (Zadeh, 1968) (Atanassov, 1986)

### **En relación al segundo:**

La Visualización Científica tuvo sus orígenes en 1997, cuando en Alemania se desarrollaba un segundo seminario que a nivel mundial reunía a 71 investigadores de las más diversas líneas pero que marcaban esta área de investigación como una de las más activas y vitales de ese momento. (Hagen, H...et.al, 1997) Esos seminarios constituyeron espacios de intercambio, aprendizaje y desarrollo de una disciplina que ha permitido avances significativos en diversos campos del saber. A 15 años de aquel seminario es interesante recordar lo que constituyó una idea básica inicial de la Visualización Científica: "la idea básica del uso de imágenes generadas por ordenador para obtener información y comprensión de los datos (geometría) y relaciones (topología) ("the basic idea of using computer-generated pictures to gain information and understanding from data (geometry) and relationships (topology)").

En octubre del 2002 se desarrolla en Estados Unidos el evento IEEE Visualization 2002 y un curso internacional que evidencia el gran avance dado al tratar los llamados *algoritmos de memoria externa*. (Silva, 2002) Recientemente se puede corroborar que aquellas ideas básicas fundacionales de la

Visualización Científica mantienen interés en su aplicación de tal manera que en el curso del Dr. Ernesto Coto durante el evento IV Pan-American Advanced Studies Institute (PASI) in Computational Science and Engineering 2010 se trataron, entre otros, las tendencias en los temas de: Organización y Representación de Datos.

Como el Informe COSO es un estándar internacional, y se encuentra legalmente refrendado en más de 50 países, si pudiera visualizarse convenientemente los resultados del Cuestionario COSO, pudieran identificarse ciertas regularidades, tendencias y ciertos indicativos visuales que pudieran representar un *patrón* del desempeño empresarial atendiendo al estado evolutivo del Control Interno.

Un *patrón* es algo que distinguiría a la empresa, como en el caso de los seres humanos la huella dactilar, en su tendencia y asociado al desempeño según su Control Interno. Podría evidenciar la manera según la cual se comporta, cuanto avanza, cuanto pierde, cuan deficiente o eficientes son sus procesos.

Por lo tanto, un *patrón de desempeño* no sería más que el término que se utilizará a lo largo de la investigación para referirse a la representación visual del modo en que se comporta la empresa en un período de tiempo, siempre que los datos pudieran ser más confiables y la información extraída ser visualizada de manera conveniente.

Los cambios ocurridos en la economía cubana en los últimos tiempos han incidido en la necesidad de que las entidades se introduzcan en un proceso de perfeccionamiento. Desde el año 2003 se ha tratado de forma muy seria el tema del Control Interno y su implantación por parte de las organizaciones gubernamentales, refrendado por la Resolución No. 297/2003 del Ministerio de Finanzas y Precios y ratificada su importancia a través de la adopción, siguiendo los estándares internacionales, en un nuevo formato de Auditoría en el 2006 por respaldo legal de la Resolución No. 26/2006 del Ministerio de Auditoría y Control, se estableció en una de sus tres partes, la Auditoría al Sistema del Control Interno.

Pero no basta tener respaldo legal cuando en las instituciones si aún no se ha logrado una conciencia alrededor del Control Interno y sus beneficios, si no se incorporan metodologías que garanticen la adecuada confiabilidad de los datos, y si la información extraída no evidencia pertinencia y efectividad en la detección de desviaciones y su corrección.

## Diseño Teórico.

De manera preliminar se han identificado un conjunto de insuficiencias en relación a la recogida de datos, su procesamiento y la posibilidad de extraer de ellos información útil y significativa. Debido a esto surge la siguiente **situación problemática**:

- Insuficiente confiabilidad en la manera de medir los resultados obtenidos luego de aplicar el cuestionario de Control Interno.
- Los datos no son procesados de manera que permitan extraer una información lo suficientemente confiable para dar un juicio del estado de la empresa.
- La falta de claridad en los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario para el Control Interno dificulta la creación de patrones asociados al desempeño en la empresa.

Para darle solución a la problemática planteada se precisa entonces el **problema científico**:

¿Cómo extraer información confiable, útil y significativa a partir de la aplicación del Cuestionario COSO, que permita obtener patrones asociados al desempeño de la empresa?

Partiendo del problema planteado se define como **objeto de estudio** de esta investigación: la gestión de datos cualitativos asociados al cuestionario COSO, delimitando como **campo de acción**: el tratamiento difuso de los datos, que permita garantizar la seguridad razonable asociada al Control Interno.

Para encaminar la investigación con el objetivo de resolver el problema planteado la **idea a defender** es la siguiente: si se propone una herramienta que permita el tratamiento difuso de los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario COSO, se garantizaría extraer información confiable, útil y significativa de este proceso; facilitando la creación de patrones de desempeño asociados al Control Interno en la empresa.

Por todo lo anterior, se establece el siguiente **objetivo general**: proponer el uso de una herramienta que gestione la naturaleza de tipo difusa de la información reflejada en el cuestionario COSO y facilite la creación de patrones de desempeño asociados al Control Interno en la empresa. Para dar cumplimiento al objetivo propuesto, se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Estudiar la fundamentación teórica sobre la cual se basa la investigación.

2. Fundamentar una solución aplicando a Lógica Difusa que permita resolver el problema planteado.
3. Obtener patrones de desempeño asociados al Control Interno.

Para cumplir con los objetivos específicos se planificaron las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Realización de un estudio sobre el Control Interno, sus estándares, su evolución y la naturaleza cualitativa de los datos.
2. Análisis y estudio de la Lógica Difusa y su vinculación a la Toma de Decisiones.
3. Análisis de diversas herramientas para dar solución al problema planteado.
4. Obtención de representaciones geométricas de la solución.
5. Validación de los resultados arrojados por la aplicación de la herramienta propuesta.

## Estructura de Documento

### Capítulo I

En este capítulo se hace un estudio teórico que incluye el estudio del estado del arte de los aspectos relacionados con el manejo de datos, se abordan temas como Soft Computing, Inteligencia Artificial, Control Interno, así como se hace un análisis de las diferentes herramientas que se utilizan actualmente para el manejo inteligente de datos y para tratar la incertidumbre en la información, para así plantear una posible propuesta de solución que facilite la recuperación de la información significativa y la visualización dirigida a los usuarios.

### Capítulo II

En este capítulo se concreta la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la revisión bibliográfica realizada y se fundamenta la propuesta que cumple con el objetivo trazado, así como se hace el análisis metodológico que permite resolver la problemática que da origen a la investigación.

### Capítulo III

En este capítulo se valida la propuesta de solución expuesta en el capítulo anterior a través de ejemplos ilustrativos de cómo quedaría resuelto el problema con el uso de las herramientas planteadas, para

facilitar el trabajo de un grupo de desarrolladores de software que posteriormente se encargarán de avanzar mucho más en el tema.

## Capítulo 1. Fundamentación Teórica

### **1.1 Introducción.**

Por ser un tema de carácter interdisciplinario se realiza un estudio del estado del arte en las disciplinas de la SoftComputing y de la Ciencias Empresariales vinculadas al tema tratado, donde se efectúa la sistematización del estudio de la teoría que sustenta la fundamentación del problema. Se profundiza en temas que constituyen consulta obligatoria como es el caso del Control Interno, los componentes del mismo y las posibilidades de aumentar la confiabilidad de los criterios cualitativos.

### **1.2 El Control Interno.**

Según las tendencias mundiales se llega a considerar que el Control Interno debe ser un instrumento eficaz para lograr la eficiencia y eficacia en el trabajo de las entidades. El desarrollo de nuevos términos relacionados con el Control Interno, a diferencia de lo que hasta ahora se identificaba, es decir sólo contable, y la introducción de otros mecanismos de gestión en las organizaciones (Perfeccionamiento Empresarial, Sistemas de Gestión de Calidad) aportan elementos generalizadores para la elaboración de los Sistemas de Control Interno en cada entidad. El Control Interno es un término manejado de manera internacional. Se basa fundamentalmente en el conjunto de actividades de planeación y ejecución realizado por la empresa para lograr que los objetivos se cumplan.

#### **1.2.1 Definición de Control Interno.**

El Control Interno es el proceso integrado a las operaciones efectuado por la dirección y el resto del personal de una entidad para proporcionar una seguridad razonable al logro de los objetivos siguientes: (Y., Lichilín; Y., Rodríguez, 2008) Confiabilidad de la información.

- Eficiencia y eficacia de las operaciones.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentos y políticas establecidas.
- Control de los recursos, de todo tipo, a disposición de la entidad.

La palabra CONTROL se refiere a los procesos de análisis, planeación, ejecución, monitoreo y mejora continua, mientras que la palabra INTERNO hace alusión a que es una responsabilidad que deben asumir las empresas no solo por requerimiento legal sino por conveniencia gerencial y que complementa al control de verificación o externo que realizan entidades ajenas a la propia empresa. (Toledo, 2003)

El sistema de Control Interno debe proporcionar una seguridad razonable. El término RAZONABLE reconoce que el Control Interno tiene limitaciones, por lo cual jamás el directivo y sus trabajadores deben pensar que, una vez creado el sistema, han erradicado las probabilidades de errores y fraudes en la organización y que todos sus objetivos serán alcanzados, ya que estarían obviando la posibilidad de que, aunque estén establecidos los procedimientos más eficientes, se puedan cometer errores por descuido, malas interpretaciones, desconocimiento o distracción del personal o que algunas personas decidan cometer un hecho delictivo. Por tanto, el diseño del sistema debe ir enfocado a los recursos humanos y las vías y métodos para su mejoramiento continuo.

Anteriormente el control tenía una visión que solo se limitaba a controles de tipos contables y tácticos, así como a la supervisión, revisión, comprobación y verificación. Sin embargo la modernización de la empresa con los nuevos enfoques de las Ciencias Empresariales considera a un enfoque más abarcador y diferenciador por lo cual se debe establecer:

- Un Sistema de Control Interno acorde a las características actuales de cada entidad.
- Potenciar la función de control como parte del proceso de Dirección.
- Filosofía de acción estratégica compatible con el perfeccionamiento empresarial como modelo de gestión.

La evolución del Control Interno desde 1992 ha sido fundamentalmente en los tipos de gobernabilidad que se insertan en las nuevas condiciones del desarrollo empresarial, pero no se contradice sino que se complementa. Es por ello que el enfoque de la gerencia orientada a Riesgos le confiere una profundidad de mayor alcance pero que requiere un mejor conocimiento del concepto de Riesgo como eje rector.

### **1.2.1.1 Clasificación del Control Interno.**

A lo largo de los años, los Controles Internos han sido clasificados atendiendo a diferentes aspectos, no obstante el estándar COSO es el mismo, y solamente constituyen aproximaciones o enfoques que detallan sus multifactoriales relaciones genéricas con los procesos claves variados de cualquier entidad:

- **Por objetivos:** salvaguardia de activos, confiabilidad de los registros contables; preparación oportuna de la información financiera contable; beneficio y minimización de costos innecesarios, evitar expansión al riesgo no intencional, prevención o detención de errores e irregularidades;



aseguramiento de que las responsabilidades delegadas han sido descargadas; descargo de responsabilidades legales.

- **Por jurisdicción:** Control Interno contable; Control Interno administrativo.

Control Interno Contable: Consiste en los métodos, procedimientos y plan de organización que se refieren sobre todo a la protección de los activos y asegurar que las cuentas y los informes financieros sean contables. Son las medidas que se relacionan directamente con la protección de los recursos, tanto materiales como financieros, autorizan las operaciones y aseguran la exactitud de los registros y la confiabilidad de la información contable.

Control Interno Administrativo: Son procedimientos y métodos que se relacionan con las operaciones de una empresa y con las directivas, políticas e informes administrativos. Son las medidas diseñadas para mejorar la eficiencia operacional y que no tiene relación directa con la confiabilidad de los registros contables.

- **Por métodos:** controles preventivos; controles de detección.
- **Por naturaleza:** controles organizativos, controles de desarrollo de sistemas; controles de autorización e información, controles del sistema de contabilidad; controles adicionales de salvaguarda; controles de supervisión de la administración; controles documentales.

Independientemente de todas estas clasificaciones, la definición del Control Interno es la misma.

### 1.2.2 Objetivos del Control Interno.

El Control Interno en una empresa está orientado fundamentalmente a prevenir o detectar errores e irregularidades. Existe una correspondencia directa entre los objetivos que constituyen lo que la empresa se esfuerza en conseguir y los componentes del Control Interno, que representan lo que se necesita para cumplir estos objetivos. Este Control Interno está diseñado con el objetivo de proporcionar una SEGURIDAD RAZONABLE de que la organización alcance los objetivos en las siguientes categorías:

#### 1.2.2.1 Confiabilidad de la información.

Este propósito hay que lograrlo no sólo de la información contable financiera como se acostumbraba, sino de toda la información que se genera a lo largo y ancho de la entidad. Para lograr este objetivo será necesario hacer un diseño eficiente de los canales para la información y la comunicación

alrededor de ella, y tener definidos cuáles serán los indicadores de calidad (si es oportuna, clara, directa, etc.) para evaluar la misma. Un fin importante en el diseño de estos canales es eliminar la duplicidad de información que hoy se genera y que hace engorroso y burocrático el trabajo en algunas áreas. Con relación a la información contable y financiera y la elaboración de los estados financieros, se mantienen las regulaciones establecidas en las Normas Contables vigentes.

### **1.2.2.2 Eficiencia y eficacia de las operaciones.**

Es indispensable para el logro de este objetivo tener bien definidos los ciclos de operaciones de la entidad (es decir, cuáles son las operaciones y en qué área comienzan y en cuál área terminan), y los procedimientos que se generan en cada ciclo; estos procedimientos quedarán establecidos en el Manual de Procedimientos<sup>3</sup> de la organización que será elaborado o actualizado si ya se posee, y la responsabilidad que tiene el trabajador en hacer cumplir un procedimiento o parte de éste quedará explícito en el diseño del puesto de trabajo<sup>4</sup> que él ocupa; por tanto, es necesario establecer cuáles son los indicadores con los que se va a evaluar, cómo se ha desempeñado cada área y cada trabajador. Con todo lo anterior se logra, en primer lugar, organizar el trabajo en la entidad a través de la definición de los ciclos y los procedimientos de trabajo que hay que cumplir en cada ciclo; y en segundo lugar, tener establecidos niveles claros de responsabilidad y autoridad así como el contenido de trabajo para cada puesto.

### **1.2.2.3 Cumplimiento de las leyes, reglamentos y políticas establecidas.**

Se cumplirá este objetivo en la misma medida que cada trabajador (de nuevo ingreso o no) conozca su contenido de trabajo, a qué se dedica la entidad (misión), qué objetivos se propone alcanzar y cómo aspira lograrlos (visión), y cuál es la base legal que la rige (reglamento disciplinario, convenio colectivo de trabajo, políticas de superación del personal, código de ética, reglas específicas de la actividad que realiza). Una vez más se regresa a la idea de que el diseño del sistema de control

---

<sup>3</sup> Un manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa, o de dos ó más de ellas.

<sup>2</sup> El diseño de puestos consiste en determinar las actividades específicas que se deben desarrollar, los métodos utilizados para desarrollarlas, y cómo se relaciona el puesto con los demás trabajos en la organización

debe estar enfocado a los recursos humanos. La organización puede tener un sin número de manuales, leyes y políticas establecidas y listas para ser mostradas a cualquier supervisor, pero si no ha informado al hombre y lo ha hecho comprender su importancia e incidencia para con el Control Interno, sólo está diseñando un sistema de Control Interno ficticio y en papeles.

### **1.2.2.4 Control de los recursos, de todo tipo, a disposición de la entidad.**

El control de los recursos es una de las bases elementales del Control Interno, ya que tributa a la toma de medidas en la ocurrencia de cada hecho, y porque han de crearse todos los mecanismos necesarios para garantizar el control preventivo de los mismos. Es por esto que la entidad deberá crear en cada uno de sus procedimientos la base del control de los recursos, estableciendo mecanismos donde tanto el trabajador como los funcionarios logren interiorizar el nivel de responsabilidad que les corresponde en cada caso. En tal sentido, el control de los recursos de todo tipo parte de las bases generales acorde a normas establecidas; no obstante, el control de los mismos deberá establecerse a partir de las características elementales de cada entidad.

El cumplimiento de estos objetivos está dirigido a evaluar, monitorear, tomar decisiones, e implementar intervenciones destinadas a mejorar la calidad en las prestaciones que brinda la entidad y al funcionamiento interno de la misma.

### **1.2.3 Control Interno según el Informe COSO.**

En un mundo económico integrado que existe hoy en día se ha creado la necesidad de integrar metodologías y conceptos en todos los niveles de las diversas áreas administrativas y operativas con el fin de ser competitivos y responder a las nuevas exigencias empresariales. La prevención y el control son componentes indispensables y cuando son de naturaleza interna, alcanzan una efectividad enorme, por cuanto se pone a prueba el alto compromiso de todos los trabajadores de la entidad. Ese fue desde un inicio el espíritu de COSO. Plasma los resultados de la tarea realizada durante más de cinco años por el grupo de trabajo que se creó en Estados Unidos en 1985 bajo la sigla **COSO** (Committee Of Sponsoring Organizations)<sup>5</sup>. El grupo estaba constituido por representantes de las siguientes organizaciones:

---

<sup>5</sup> Comité de Organizaciones Patrocinadoras.

- American Accounting Association (AAA)
- American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)
- Financial Executive Institute (FEI)
- Institute of Internal Auditors (IIA)
- Institute of Management Accountants (IMA)

La redacción del informe fue encomendada a Coopers & Lybrand<sup>6</sup>.

El Control Interno posee cinco componentes que pueden ser implementados en todas las compañías de acuerdo a las características administrativas, operacionales y de tamaño. Las cinco componentes son:

1. Ambiente de control,
2. Evaluación de riesgos,
3. Actividades de control (políticas y procedimientos),
4. Información y Comunicación
5. Monitoreo y Supervisión.

Estas se estructuran en el conocido Cubo COSO (Figura 1)

---

<sup>6</sup> Está organizada en tres grandes líneas de negocio: Auditoría, Consultoría de Negocio y Financiera, y Asesoramiento Legal y Fiscal. Desde el punto de vista jurídico, PwC es una red de firmas independientes y de propiedad local, que comparten una misma marca y una serie de metodologías y estándares de calidad.



**Figura 1. Cubo COSO**

## **1.2.4 Componentes del Control Interno.**

El Control Interno, no es un proceso secuencial, donde alguno de los componentes afecta sólo al siguiente, sino en un proceso multidireccional repetitivo y permanente, en el cual más de un componente influye en los otros. Las cinco componentes forman un sistema integrado que reacciona dinámicamente a las condiciones cambiantes. En infinidad de artículos, libros, folletos a disposición pública explican las diferentes componentes.

### **1.2.4.1 Ambiente de Control.**

Constituye el andamiaje para el desarrollo de las acciones y, refleja la actitud asumida por la dirección en relación con la importancia del Control Interno. Debe tener presente todas las disposiciones, políticas, normas y regulaciones que se consideren necesarias para su implementación y desarrollo. El componente Ambiente de Control refleja en su aplicación la documentación primaria y legislativa de la entidad, constituyendo la base para el desarrollo del resto de los componentes.

### **1.2.4.2 Evaluación de Riesgos.**

Identificación y análisis de los riesgos relevantes para la consecución de los objetivos, sirviendo de base para determinar cómo han de ser gestionados los mismos, a los efectos de minimizar su acción en el desempeño integral de la entidad.

### **1.2.4.3 Actividades de Control.**

Procedimientos que ayudan a asegurarse que las políticas de la dirección se llevan a cabo, y deben estar relacionadas con los riesgos que ha definido y asume la dirección.

#### ***Tipos de control de las actividades:***

Preventivo y Correctivos: Que previene un hecho o un incidente, así como que subsana una situación determinada.

Manuales Automatizados o Informáticos: Libros o materiales oficiales que conforman las actividades de todo tipo. Deben ser de: Políticas, Organización y Procedimientos.

Gerenciales o directivos: Con facultades de dirección, de autoridad para tomar decisiones.

### **1.2.4.4 Información y Comunicación.**

La información es la base fundamental para la toma de decisiones, está en constante cambio, según las exigencias de las actividades de control y de los riesgos detectados. El conocimiento de la comunicación más directa al puesto, incluyendo las barreras existentes en ella, propicia un mejor entendimiento de la información. Todo lo anterior logra la interiorización de las actividades de la entidad, y la manera más adecuada de llevarlas a vía de hecho.

#### **Información:**

La información relevante debe ser captada, procesada y transmitida de tal modo que llegue oportunamente a todos los trabajadores promoviendo asumir las responsabilidades individuales. Por lo tanto deben adaptarse, distinguiendo entre indicadores de alerta y reportes cotidianos en apoyo de las iniciativas y actividades estratégicas, a través de la evolución desde sistemas exclusivamente financieros a otros integrados con las operaciones para un mejor seguimiento y control de las mismas.

#### **Comunicación.**

Se entiende por comunicación al intercambio de significados entre individuos mediante un sistema común de símbolos. Implica, por un lado, dar a conocer alguna cosa y por otro, aprender algo. El éxito del Control Interno es que llegue a todos, lo más rápido posible.

### 1.2.4.5 Supervisión y Monitoreo.

Es el proceso que evalúa la calidad del Control Interno en el tiempo. Es por ello que el monitoreo determina si este control está operando en la forma esperada y acorde las modificaciones necesarias en cada caso.

#### Modalidades de Supervisión

Actividades continuas: Las incorporadas a las actividades normales o recurrentes que, ejecutándose en tiempo real y arraigadas a la gestión, generan respuestas dinámicas a las circunstancias que subsisten en la entidad.

Evaluaciones puntuales: Están determinadas por la naturaleza e importancia de los cambios y riesgos, a pesar que se mantiene la disciplina y el rigor de lo que se establece en cada caso.

Es necesario tener en cuenta que no basta con detectar todas las irregularidades existentes en la entidad, es importante crear alternativas de control para que no ocurran las mismas, o para modificarlas cuando sea necesario.

### 1.2.5 COBIT y ERM.

La necesidad de extender la concepción del Gobierno Corporativo a tenor de las TI<sup>7</sup> que insiste en el apropiado control de los procesos con el objetivo de un monitoreo efectivo del desempeño que mantenga el registro y evite resultados inesperados, surge entonces COBIT acrónimo de **C**ontrol **O**bjectives for **I**nformation and Related **T**echnology como marco de referencia para la adecuada administración de los recursos de las TI que han evolucionado siendo también coherentes con el estándar COSO. La propia evolución se muestra en sus diferentes versiones.

El eje recto del Riesgo a nivel de la empresa y su enfoque desde la gestión, cristalizan en otro hito de la gobernabilidad: **Enterprise Risk Management (ERM)**, en cuyos formatos sigue vigente la importancia del Control Interno y de su cuestionario asociado ampliándose las componentes a ser evaluadas, en el caso especial de la componente Riesgo. (COSO, 2004) (COSO, 2009)

---

<sup>7</sup> Tecnologías de la Información

**COBIT** (*Control Objectives for Information and Related Technology*) surgido en 1996 constituye una herramienta del Gobierno de las Tecnologías de la Información (TI) que se encuentra vinculado a la Tecnología Informática y las denominadas *Buenas Prácticas del Control*. De relevancia son las Guías de Auditoría, las cuales armonizan la gerencia, los profesionales del control y los auditores que pueden ser aplicadas a los Sistemas de Información (SI) de toda la empresa, incluyendo las computadoras personales, minicomputadores, *mainframes* y ambientes distribuidos. Se incorporan las Guías Gerenciales que soportan la auto-evaluación del estado organizacional, y la identificación de acciones para mejorar los procesos de TI y monitorear el desempeño de los mismos. Los recursos de TI son administrados en consecuencia por un conjunto de procesos naturalmente agrupados para proveer la **información pertinente y confiable** que requiere una organización para lograr sus objetivos. COBIT se actualiza cada tres años y ha demostrado su eficacia como herramienta de fortalecimiento del control para los tiempos actuales en función del desarrollo tecnológico. (Hevesi, Alan G., 2005)

COBIT constituye marco de referencia y es a su vez, un juego de herramientas de soporte que permiten a la gerencia cerrar la brecha con respecto a los requerimientos de control, temas técnicos y riesgos de negocio, así comunicar ese nivel de control a los participantes; permite además el desarrollo de políticas claras y de buenas prácticas para control de TI a través de las empresas. COBIT constantemente se actualiza y armoniza con otros estándares. Por lo tanto, se ha convertido en el integrador de las mejores prácticas de TI y el marco de referencia general para el gobierno de TI que ayuda a comprender y administrar los riesgos y beneficios asociados con TI.

### **1.2.6 Control Interno en Cuba.**

En los acuerdos tomados en el Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba, figuró la implantación del Sistema de Dirección y Planificación de la Economía (SDPE) en el país, colocando al relieve la necesidad de fomentar el control de la actividad económica de las empresas y de los demás organismos. Posteriormente se implantó el Sistema Nacional de Contabilidad (SNC) en 1976, uno de sus primeros pasos imprescindible fue organizar la comprobación de los registros de contabilidad como complemento para lograr ese control, otro paso fue definir las Normas de Auditoría Generalmente Aceptadas (NAGA). En el año 1994, mediante acuerdo 2819 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministro se aprobó la creación de la Oficina Nacional de Auditoría (ONA), en el año 1995 el referido Comité aprobó los objetivos, funciones y atribuciones de la antes mencionada oficina. En el 2001 surge la el Ministerio de Auditoría y



Control (MAC) mediante Decreto Ley No. 219 de fecha 25 de abril del 2001 y así sucesivamente han ido surgiendo nuevas leyes e instituciones que han abordado de manera gradual el tema del Control Interno en Cuba.

En las condiciones actuales en nuestro país, el Control Interno estaba regido por la Resolución 297/2003 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), donde se da a conocer su contenido, sus normas, componentes, principios, que se aplicarán de manera gradual a todas las empresas y unidades presupuestadas del país. Recogida en la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba donde se consigna: "*En las nuevas condiciones en que opera la economía, con un mayor grado de descentralización y más vinculados a las exigencias de la competencia internacional, el control oportuno y eficaz de la actividad económica es esencial para la dirección a cualquier nivel.*" además se precisa como condición indispensable en todo este proceso de transformaciones del sistema empresarial, la implantación de fuertes restricciones financieras que hagan que el control del uso eficiente de los recursos sea interno al mecanismo de gestión y no dependa únicamente de comprobaciones externas." (Fernández, 2009)

Según la Resolución No. 297 del 2003 del Ministerio de Finanzas y Precios las características del Control Interno en Cuba que imperaron hasta inicios del presente año son:

- Es un proceso; es decir, un medio para lograr un fin y no un fin en sí mismo.
- Lo llevan a cabo las personas que actúan en todos los niveles y no se trata solamente de manuales de organización y procedimientos.
- En cada área de la organización, el funcionario encargado de dirigirla es responsable por el Control Interno ante su jefe inmediato de acuerdo con los niveles de autoridad establecidos; y en su cumplimiento participan todos los trabajadores de la entidad independientemente de su categoría ocupacional.
- Aporta un grado de seguridad razonable, con relación al logro de los objetivos fijados; no la total.
- Debe facilitar la consecución de objetivos en una o más de las áreas u operaciones en la entidad.
- Debe propender al logro del autocontrol, liderazgo y fortalecimiento de la autoridad y responsabilidad de los colectivos.

Recientemente en nuestro país fue aprobada la Ley No.107 de la “Contraloría General de la República” el día 1ro de agosto de 2009 donde en su artículo 11 define el sistema de Control Interno como:

*“... las acciones establecidas por la legislación especial en esta materia, que se diseñan y ejecutan por la administración, para asegurar la consecución de los objetivos siguientes:*

- *Proteger y conservar el patrimonio contra cualquier pérdida, despilfarro, uso indebido, irregularidad o acto ilícito;*
- *Asegurar confiabilidad y oportunidad en la información que se recibe o se brinda;*
- *Garantizar la eficiencia y eficacia de las operaciones económicas, mercantiles u otras similares que se realicen, de acuerdo con su objeto social o encargo estatal;*
- *Cumplir con el ordenamiento jurídico;*
- *Cumplir con el ordenamiento técnico establecido por los organismos rectores, para el empleo de herramientas, equipos, instrumentos y otros medios de carácter similar, en la realización de los distintos procesos a su cargo.” (Cuba, 2009)*

En marzo del 2011 es aprobada la Ley 60/2011, esta ley surge debido a la necesidad de continuar perfeccionando el Control Interno para que se adecue a los requerimientos del desarrollo económico-administrativo del país. En esta resolución se dejan sin efectos legales las resoluciones No. 297, de 23 de septiembre de 2003, dictada por la Ministra de Finanzas y Precios y No. 13, de 18 de enero de 2006, dictada por la Ministra de Auditoría y Control.

Debido a que se ha venido reconociendo las dificultades que entraña este Control Interno, a los importantes recursos humanos que se le ha destinado, y que aún no se evidencie la realización de Controles Internos ágiles, no comprometidos con la administración, y que contribuyan más en lo preventivo a la eficiencia y eficacia de los procesos clave de la entidad, se hace necesario analizar los datos reflejados en los cuestionarios aplicados y las posibles soluciones que contribuyan a la mayor SEGURIDAD RAZONABLE que el propio Control Interno promueve.

### **1.3 Análisis de Datos.**

Existen numerosos tipos de escalas valorativas, pero una evaluación externa aunque sea justa, o una valoración superficial de cualquier fenómeno o proceso que se desee evaluar como una simple asignación

de valores dados a cualidades o características, no es suficiente. Es necesario llegar a la esencia del mismo. Aquí es donde entra a jugar el papel la posible aplicación de la Lógica Borrosa o "Fuzzy" para determinar a qué conjunto pertenece realmente el elemento del subconjunto analizado. (Espín, R., E. Fernández, 2007)

El concepto de conjunto Fuzzy es un paradigma en el mundo científico-tecnológico; este ha sido de gran repercusión en todos los sectores sociales debido a la diversidad de sus aplicaciones, facilidad de transferencia tecnológica, y ahorro económico que su uso supone. Cuando se publicó el primer artículo sobre el tema, hace aproximadamente cuarenta años, no tuvo muy buena aceptación en algunos sectores académicos pero el tiempo ha demostrado que estos conjuntos constituyen el núcleo de un cuerpo doctrinal de indudable solidez, dinamismo y reconocimiento internacional que se denomina Soft Computing.

### **1.3.1 Soft Computing.**

Actualmente la Soft Computing es un término muy utilizado en el campo de las ciencias y avances tecnológicos, aunque no fue hasta 1994 que L.A. Zadeh dio la primera definición de Soft Computing, la referencia a los conceptos que actualmente esta maneja solía hacerse de forma aislada de cada uno de ellos con indicación del empleo de metodologías Fuzzy. En este sentido se detalla una definición del propio Lofti Zadeh dada en 1994:

*"Básicamente, Soft Computing no es un cuerpo homogéneo de conceptos y técnicas; más bien es una mezcla de distintos métodos que de una forma u otra cooperan desde sus fundamentos. En este sentido, el principal objetivo de la Soft Computing es aprovechar la tolerancia que conllevan la imprecisión y la incertidumbre, para conseguir manejabilidad, robustez y soluciones de bajo costo. Los principales ingredientes de la Soft Computing son la Lógica Fuzzy, la Neurocomputación y el Razonamiento Probabilístico, incluyendo este último a los Algoritmos Genéticos, las Redes de Creencia, los Sistemas Caóticos y algunas partes de la Teoría de Aprendizaje. En esa asociación de Lógica Fuzzy, Neurocomputación y Razonamiento Probabilístico, la Lógica Fuzzy se ocupa principalmente de la imprecisión y el Razonamiento Aproximado; la Neurocomputación del aprendizaje, y el Razonamiento Probabilístico de la incertidumbre y la propagación de las creencias". (Zadeh, 1994)*

Se puede apreciar que en sus inicios la Soft Computing se define por extensión, por medio de distintos conceptos y técnicas que intentan superar las dificultades que surgen en los problemas reales que se dan en un mundo que es impreciso, incierto y difícil de categorizar. (Zadeh, 1997)

Una definición un poco más actual aunque dada de manera descriptiva también es "*Cualquier proceso de computación que expresamente incluya imprecisión en los cálculos en uno o más niveles, y que permita cambiar (disminuir) la granularidad del problema o suavizar los objetivos de optimización en cualquier etapa, se define como perteneciente al campo de la Soft Computing*". (Li., 1998)

En la bibliografía consultada se evidencia la Soft Computing como la antítesis de la denominada "Hard Computing" o computación tradicional, de manera que podría verse como un conjunto de técnicas y métodos que permitan tratar las situaciones prácticas reales de la misma forma que suelen hacerlo los seres humanos; es decir, en la base a inteligencia, sentido común, consideración de analogías, aproximaciones, etc. En este sentido Soft Computing es una familia de métodos de resolución de problemas cuyos primeros miembros serían el Razonamiento Aproximado y los Métodos de Aproximación Funcional y Optimización. Queda situada así como la base teórica del área de los Sistemas Inteligentes, y se hace patente la diferencia entre el área de la Inteligencia Artificial clásica, y la de los Sistemas Inteligentes. En la actualidad surge el ECSC<sup>8</sup>; este es un centro de investigación y desarrollo promovido por la Fundación para el Progreso del Soft Computing y ubicado en Mieres, Asturias. Sus objetivos son tanto la investigación básica y aplicada en el área del Soft Computing, como la transferencia de tecnología en aplicaciones industriales de diseño de sistemas inteligentes para la resolución de problemas reales. Las actividades científicas están lideradas por un Comité Científico. Además, el Centro quiere ser un punto de encuentro para expertos de todo el mundo y también un lugar en el que estudiantes de doctorado y jóvenes científicos puedan desarrollar investigación avanzada.

---

<sup>8</sup> Centro Europeo para la Computación Suave del inglés European Centre for Soft Computing.

Enrique Ruspini quien es un ilustre investigador internacional y miembro distinguido del SRI<sup>9</sup>, actualmente dirige el *Laboratorio de Sistemas Soft Inteligentes Colaborativos en el ECSC* de Mieres, Asturias define que *“Los seres humanos tenemos la habilidad de razonar y tomar decisiones diariamente para realizar tareas fundamentales que nos permiten interactuar con nuestro ambiente y con otras personas. Este tipo de habilidad no es compartida, en muchos casos, por sistemas automáticos. La pericia que humanos emplean para, por ejemplo, conducir un automóvil en forma segura, desarrollar planes para lograr ciertos objetivos, coordinar nuestras actividades con otros seres humanos, o compendiar una novela no son, en este momento, emuladas eficientemente por sistemas automáticos. Soft Computing es el nombre por el que se conoce a un conjunto de metodologías (basadas en ideas inspiradas por la biología, psicología, y lingüística) que buscan la solución a tales problemas, caracterizados por la necesidad de interactuar eficientemente con sistemas complejos cuando la información disponible es insuficiente. Además, métodos de Soft Computing pueden ser utilizados para modelar, analizar, y controlar sistemas complejos como, por ejemplo, un equipo de robots aéreos.”* (Ruspini, 2010)

### 1.3.2 Fundamentos del Soft Computing.

Entre los fundamentos de la Soft Computing (Figura 2) se encuentran los Algoritmos Evolutivos los cuales son muy efectivos para resolver varios problemas. A continuación se explican algunos de los avances que se han tenido según el ECSC.

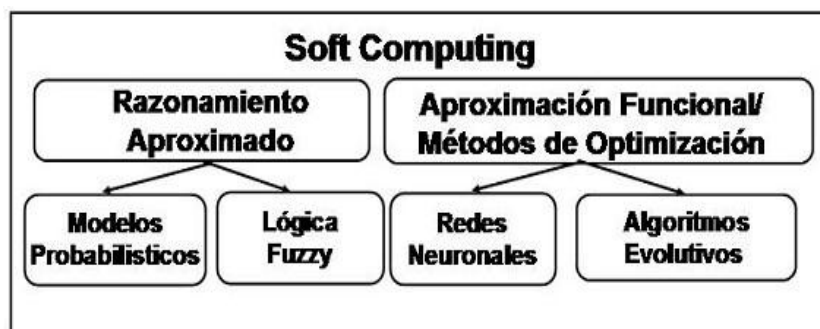


Figura 2. Relación entre los fundamentos de la Soft Computing.

---

<sup>9</sup> Stanford Research Institute es un instituto independiente de investigación que realiza estudios para clientes que incluyen entes gubernamentales, empresas comerciales e industriales, fundaciones privadas y otras organizaciones, es uno de los centros en materia de investigación e innovación más importantes del mundo

### **1.3.2.1 Algoritmos Evolutivos.**

Para hacer frente a espacios de búsqueda grandes y/o complejos, son necesarias técnicas heurísticas avanzadas, dentro de las que se incluyen los algoritmos evolutivos (Evolutionary Algorithm, EA). El paradigma de los EA (también conocido como computación evolutiva) consiste en la utilización de algoritmos de búsqueda estocástica (probabilística) que se basan en la abstracción de ciertos procesos de la teoría de la evolución darwiniana. Los EA realizan una búsqueda global, ya que trabajan con una población de soluciones candidatas, más que trabajar con una sola solución candidata. Esto, junto con su naturaleza estocástica, reduce la probabilidad de quedarse atascados en óptimos locales e incrementa la probabilidad de encontrar el óptimo global, que depende en menor medida de cuáles sean los puntos de partida de la búsqueda. La utilización de una población de soluciones propicia las implementaciones paralelas. Son perfectamente capaces de manejar variables discretas. Los EA son de naturaleza robusta, lo que se ve demostrado por su aplicación exitosa a muchos y muy variados problemas.

Los algoritmos evolutivos son muy efectivos para resolver problemas de búsqueda o de optimización, cuando se desconocen métodos analíticos o cuando éstos tienen complejidad de tipo exponencial. Se caracterizan por su alta demanda de tiempo computacional; sin embargo, en este caso el procesamiento distribuido es muy atractivo, porque es fácil convertir un algoritmo evolutivo secuencial en uno distribuido, con el efecto lateral de permitir introducir grados adicionales de diversidad en el proceso evolutivo. Es sabido que en el caso de algoritmos genéticos y estrategias evolutivas es posible obtener una aceleración prácticamente lineal con en el número de procesadores.

### **1.4 Lógica Difusa o Borrosa.**

La teoría de los subconjuntos borrosos es una parte de las matemáticas que se halla perfectamente adaptada al tratamiento de lo subjetivo y de lo incierto. Es un intento de recoger un fenómeno tal cual se presenta en la vida real y realizar su tratamiento sin intentar deformarlo para hacerlo preciso y cierto. *(Kaufman, A. and J. G. Aluja, 1993)*

La utilización del método de la Lógica Difusa no es mucho más complicado que los métodos matemáticos que se emplean actualmente, e incluso resulta más simple y mucho más cercano a la manera habitual de pensar del hombre. La teoría de los subconjuntos borrosos es un intento de rehabilitar científicamente el subjetivismo y la imprecisión.

La utilización de los esquemas borrosos tienen lugar actualmente en la práctica y totalidad de los campos de estudio de las ciencias. Se encuentra en la Gestión de Empresas, Biología, Medicina, Geología, Sociología, Fonética y hasta en la música. Todo problema situado en el ámbito de la incertidumbre puede ser tratado a través de la teoría de los subconjuntos borrosos ya que a medida que transcurre el tiempo cada vez es más factible introducir, en los esquemas formales, mecanismos del pensamiento, tales como las sensaciones y las opiniones numéricas.

La utilización de la teoría de los subconjuntos borrosos ha llegado a los estudios de medicina, la cual está jugando un importante papel en los problemas de preparación de las decisiones y ha resultado muy positiva en el prediagnóstico médico. Desde hace más de 50 años un elevado número de matemáticos se han interesado por las lógicas multivalentes<sup>10</sup>, pero es en 1965 cuando Lofti A. Zadeh publica su primer artículo sobre los Fuzzy Sets y pasaron 100 años para que se produjera una cierta expansión, ya que hasta 1975 solo se habían publicado 2 libros sobre este tema. Hoy se estiman que existen más de 10.000 investigadores dedicados al estudio y desarrollo de esta teoría.

En el quehacer diario, aparecen múltiples ejemplos de como aplicar la lógica borrosa, por ejemplo cuando se considera el conjunto de todos los hombres y se quiere delimitar el subconjunto de “Hombres jóvenes”, se plantea un problema dado que los límites de tal subconjunto no quedan bien definidos, o, cuando desde una loma lejana se divisa una playa con un conjunto de bañistas, y se quiere determinar el subconjunto formado por aquellos que se hallan en el agua, es posible señalar los que con certeza están allí y los que se hallan seguro en la arena, pero habrán algunos para los que sea necesario establecer el grado o nivel de pertenencia, es decir que pertenecerán bastante mientras otros pertenecerán poco al citado subconjunto.

La Lógica Borrosa o Difusa es una teoría que permite manejar y procesar ciertos tipos de información en los cuales se manejen términos inexactos, imprecisos o subjetivos. Esta teoría permite manejar y procesar información de una manera similar a como lo hace el cerebro humano; es posible ordenar un razonamiento basado en reglas imprecisas y en datos incompletos. Estos sistemas son generalmente

---

<sup>12</sup> Son fundamentalmente lógicas **probabilísticas** en las que los valores de verdad se corresponden con el intervalo.

robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada. Para esto se debe ampliar la Teoría de Conjuntos y la Lógica Booleana, de manera que un individuo pueda pertenecer parcialmente a un conjunto y que las operaciones lógicas además de unos y ceros, también puedan tomar valores reales en dicho rango. (*Winston, 1994*)

Para mostrar ejemplos de su posible aplicación en situaciones de la vida real surge una sencilla pregunta: ¿Cómo se podrá llamar al color que posee un grado de verdor de 0,80 y un grado de enrojecimiento de 0,20? Se podría denominar verde amarillento o amarillo verdoso, pero esto también pudiera ocurrir con el color de un grado de verdor de 0,70 y un grado de enrojecimiento de 0,30. Aquí es donde se puede aplicar la Lógica Borrosa o “Fuzzy” para brindar posibles soluciones, pues esta no define la cantidad de variación de colores entre el verde y el rojo de una forma finita como lo haría un humano, sino que dentro de los conjuntos difusos del enrojecimiento y el verdor asigna grados de pertenencia. Esto es semejante a cuando se dice: “este verde es más amarillento que aquel otro. Este es un ejemplo de la aplicación de la **Fuzzificación**. Es muy frecuente encontrarse ante objetos que no tienen muy bien definidos sus límites, como es el caso de los colores. Las imprecisiones en las mediciones no se deben a defectos en los aparatos de medida empleados, sino a la vaguedad intrínseca de los objetos medidos.

La Lógica Borrosa se caracteriza por querer cuantificar o llevar a números las incertidumbres que surgen. Si  $X$  es una proposición conocida, se le puede asociar un número  $v(X)$  en el intervalo  $[0,1]$  tal que:

- Si  $v(X) = 0$ ,  $X$  es falso.
- Si  $v(X) = 1$ ,  $X$  es verdadero.
- La veracidad de  $X$  aumenta con  $v(X)$ .

A primera vista hace tener la idea de una Teoría de la Probabilidad, aunque persigue fines distintos, más relativos a la Teoría de la Posibilidad. Los operadores lógicos que se utilizarán en Lógica Difusa (AND, OR, etc.) se definen también usando tablas de verdad, pero mediante un principio de extensión por el cual gran parte del aparato matemático clásico existente puede ser adaptado a la manipulación de los conjuntos difusos y, por tanto, a la de las variables lingüísticas. Se fundamenta en los denominados conjuntos borrosos y un sistema de inferencia borroso basado en reglas heurísticas de la forma "Si (antecedente)... entonces (consecuente)..." *donde los valores lingüísticos de la premisa y el consecuente*



*están definidos por conjuntos borrosos, es así como las reglas heurísticas siempre convierten un conjunto borroso en otro". (Martínez, 2002)*

La última característica de los sistemas lógicos es el procedimiento de razonamiento, que permite inferir resultados lógicos a partir de una serie de antecedentes. Generalmente, el razonamiento lógico se basa en, en los que los antecedentes son por un lado las proposiciones condicionales (las reglas), y las observaciones presentes por otro (serán las premisas de cada regla). *(Espín, R., E. Fernández, 2007)*

### 1.4.1 Definiciones Básicas Relacionadas.

**Variable Lingüística:** Una variable lingüística es básicamente un concepto, es el nombre de uno o varios conjuntos difusos, se dice que es lingüística porque es definida mediante el lenguaje hablado. Ejemplo: Altura, Edad, Talla, Peso, etc.

**Universo de discurso:** Es el rango de valores que pueden tomar los elementos dentro de la propiedad expresada por la variable lingüística. Ejemplo: la Altura es expresada por Alto, Bajo, Medio, el elemento Medio toma valores entre 150 cm y 165 cm, ese sería el universo de discurso del elemento Medio dado por la variable lingüística Altura.

**Etiquetas:** Las etiquetas son básicamente los elementos por los que está compuesta la variable lingüística, cada etiqueta tendrá un conjunto difuso asociado. Ejemplo: Alto, Medio, Bajo.

**Dominio:** El dominio da el rango de definición de la función de pertenencia, es una manera de restringir el universo de discurso de cada etiqueta.

**Función de pertenencia o Función característica:** Asocia cada elemento del conjunto difuso con el grado al que pertenece la etiqueta asociada.

La función característica proporciona una medida del grado de similaridad de un elemento de  $U$  con el conjunto difuso. La forma de la función característica utilizada, depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y variará en función de la cultura, geografía, época o punto de vista del usuario. La única condición que debe cumplir una función característica es que tome valores entre 0 y 1, con continuidad. Las funciones características más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática y su manejabilidad son: triangular, trapezoidal, gaussiana, sigmoïdal, gamma, pi, campana, etc.

Las operaciones básicas entre conjuntos difusos son las siguientes:

- El conjunto complementario  $A'$  de un conjunto difuso  $A$  es aquel cuya función característica viene dada por:  $\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$ .
- La unión de dos conjuntos difusos  $A$  y  $B$  es un conjunto difuso  $AB$  en  $U$  cuya función de pertenencia es:  
$$\cup \mu_{BAU}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$
- La intersección de dos conjuntos difusos  $A$  y  $B$  es un conjunto difuso  $AB$  en  $U$  con función característica:  
$$\cap \mu_{BA\cap}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$
.

Los elementos básicos de un sistema de Lógica Difusa son: Fuzzificación, este proceso básicamente lo que hace es darle un valor absoluto de pertenencia de una etiqueta al universo de discurso asociado a la misma, ya sea 0 o 1, Inferencia Fuzzy y Defuzzificación, el cual es ya el proceso de convertir la variable cualitativa de entrada en un valor cuantitativo.

Como principal ventaja, hay que destacar los excelentes resultados que brinda un sistema de control basado en Lógica Difusa ya que ofrece salidas de una forma veloz y precisa, disminuyendo así las transiciones de estados fundamentales en el entorno físico que controle, además posee la capacidad de adelantarse en el tiempo a los acontecimientos, estabilizando siempre el medio físico que controla.

Como su nombre lo indica, refiriéndose a lo difuso, es muy complicado escoger la verdadera y correcta función que caracterice a un conjunto específico, ya que se debe mencionar la dificultad de introducir o delimitar el alcance del efecto de los cuantificadores del lenguaje en dicha función y este es uno de sus principales inconvenientes. El hecho de que cualquier función de pertenencia del sistema estuviese mal especificada, haría fallar, muy probablemente, el sistema completo.

Para enfocar todo el proceso de Control Interno al uso de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), es necesario utilizar una herramienta informática que permita hacer todo este proceso de aplicar sistemas difusos un poco menos engorrosos. Es por ello que se hace un detallado estudio de algunas de estas herramientas.

### **1.5 Herramientas para tratar Sistemas Difusos.**

Hoy en día existe una gran cantidad de sistemas que se sirven de una forma u otra de la Lógica Difusa para realizar sus tareas en distintos ámbitos, como la medicina, automoción, electrodomésticos, economía, automatización industrial, electrónica, informática, geología, etc. Pero de entre todas estas disciplinas en la que más aplicaciones tienen es en las ingenierías.

#### **1.5.1 Un poco de historia.**

El primer sistema difuso de uso comercial fue creado en 1979 para ser instalado en un horno de cemento. Luego en Japón se instaló un sistema de control difuso en el ferrocarril metropolitano de Sendai, cerca de Tokio, en 1987. El sistema controlaba todos los parámetros de arranque y frenado de los trenes, mejorando aspectos como el confort de la conducción, el consumo de energía y la precisión en la parada respecto a los controladores convencionales. Más recientemente, en el Instituto de Tecnología de Tokio, se ha desarrollado un sistema de pilotaje automático controlado por voz para un helicóptero. El sistema obedece órdenes verbales como "subir", "bajar", "izquierda", "derecha" y "sustentarse". También la General Electric ha desarrollado un sistema difuso de regulación para fuentes de alimentación conmutadas destinadas a satélites espaciales, el controlador difuso es económico y tiene mejores características que sus antecesores. En este tema cabe destacar que cada vez más empresas incorporan la lógica difusa en sus desarrollos, siendo emblemáticos en este sentido el sistema de estabilización de imagen en videocámaras desarrollado por Panasonic, también existen sistemas difusos en las lavadoras de AEG<sup>11</sup>, hornos microondas y cocedoras de arroz de Panasonic, o los sistemas ABS<sup>12</sup> de Nissan, Mitsubishi y Nippondenso.

---

<sup>11</sup> AEG, forma parte del grupo mundial líder en electrodomésticos, Electrolux AB (con oficina registrada en Estocolmo) desde 1994, continuando el desarrollo de su posición prominente del mercado de electrodomésticos.

<sup>12</sup> El sistema antibloqueo ABS (**A**ntilock **B**raking **S**ystem) tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado. Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de: Estabilidad en la conducción, Dirigibilidad y Distancia de parada.

En la actualidad, la inmensa mayoría de los sistemas difusos que se usan en ingeniería operan siguiendo el método de Fuzzificación-Inferencia-Defuzzificación originalmente propuesto por Zadeh y mejorado posteriormente por otros investigadores.

### 1.5.2 Herramientas.

Resulta fundamental disponer de herramientas informáticas que permitan un tratamiento eficaz de los elementos relacionados con el tratamiento difuso de los datos asociados a la aplicación del cuestionario COSO, lo cual garantiza extraer información más confiable, útil y significativa de este proceso; esto posibilitaría obtener datos más eficientes que posibiliten la creación de patrones para verificar el comportamiento de la entidad, facilitando que estos elementos sean interiorizadas por la organización y que sean percibidas como una herramienta de ayuda en el quehacer diario. Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea que requiere de una aplicación correcta de métodos y estrategias para su correcto uso permitiendo obtener resultados positivos. Entre las herramientas estudiadas para el tratamiento difuso de estos datos tenemos:

#### **KEEL**

Actualmente existen infinidad de herramientas que permiten hacer el tratamiento difuso de cierta y determinada información tales como los *sistemas difusos dinámicos para el tratamiento de información temporal imprecisa*, o herramientas para el análisis de sistemas difusos evolutivos como *KEEL (Knowledge Extraction base on Evolutionary Learning en español, Extracción de Conocimiento basado en Aprendizaje Evolutivo)* que es una herramienta de software no comercial capaz de abordar una amplia gama de problemas de minería de datos como por ejemplo: regresión, clasificación, asociación y agrupamiento, mediante la generación de experimentos estándar y educativos. Dispone de una amplia librería de algoritmos de Sistemas Difusos Evolutivos y de módulos de tratamiento de datos y análisis estadísticos. (Derrac, 2004.)

KEEL constituye una herramienta software desarrollada dentro del proyecto KEEL para utilizar y construir diferentes modelos de Minería de Datos. Destacar que es la primera herramienta software de este tipo que contiene una librería de algoritmos de aprendizaje evolutivo con código abierto en Java. Las características principales de KEEL son las siguientes:

- Dispone de algoritmos de pre procesamiento: transformación, discretización, selección de instancias y selección de características.
- Contiene una librería de algoritmos de Extracción de Conocimiento: Supervisado y no Supervisado, destacando la incorporación de múltiples algoritmos de aprendizaje evolutivo.
- Dispone de una librería de herramientas estadísticas para el análisis de algoritmos.
- Incluye una Librería de Programación de Algoritmos Evolutivos en Java JCLEC (Java Class Library for Evolution Computation).
- Se desarrolla con un entorno de usuario de fácil uso y orientado hacia el análisis de los algoritmos.
- Aplicación para su uso vía WEB, que envía al usuario la información necesaria para realizar el experimento diseñado sobre la maquina que desee.
- El software está implementado en Java, lo que permite:

Una gran portabilidad del software generado, independientemente de la plataforma sobre la que se ejecute, y disponibilidad de una herramienta con acceso vía WEB tal como hemos indicado.

### **MATLAB**

*MATLAB* es la abreviatura de **MAT**rix **LAB**oratory, en español laboratorio de matrices, es un software comercial destinado a la matemática, ofrece un **Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)** con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Este software permite el trabajo con la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware, también cuenta con dos herramientas adicionales la Simulink que es una plataforma de simulación multidominio y GUIDE que es un editor de interfaces de usuario - GUI. Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las cajas de herramientas entre las cuales se encuentran las destinadas al trabajo con los sistemas difusos.

MATLAB es probablemente el entorno de desarrollo matemático más extendido para las aplicaciones de control y procesamiento de señal, especialmente en ambientes universitarios, donde se utiliza para la simulación de control de sistemas.

Este entorno puede considerarse una especie de sistema interactivo cuyos elementos básicos son matrices, y su dimensionamiento se realiza dinámicamente. La solución de los problemas se expresa en MATLAB con expresiones matemáticas similares a las habituales, de modo que en principio no requiere

programación. En los últimos años se han incorporado el Neural Networks Toolbox y el Fuzzy Logic Toolbox, que permiten el trabajo con redes neuronales y lógica borrosa, respectivamente, con relativa sencillez y buenas salidas gráficas. Como complemento a MATLAB se dispone de SIMULINK, un entorno gráfico orientado a la simulación de sistemas dinámicos no lineales. Para el modelado de sistemas dispone diferentes bloques lineales y no lineales, tanto en el campo continuo como en el discreto. Para el análisis de sistemas se pueden utilizar diversos algoritmos de resolución de ecuaciones diferenciales. Las herramientas de MATLAB **fuzzy logic toolbox** (*cajas de herramientas para lógica difusa*) permiten diseñar sistemas basados en lógica borrosa con potentes técnicas de entrenamiento, así como su integración en sistemas de control complejo SIMULINK. (Vicente, 2009)

### **XFUZZY 3.0**

Xfuzzy es un entorno de desarrollo para sistemas de inferencia basados en Lógica Difusa. Fue creado por el Departamento de Electrónica y Electromagnetismo de la Universidad de Sevilla- Instituto de Microelectrónica de Sevilla, IMSE-CNM-CSIC en España. Está formado por varias herramientas que cubren las diferentes etapas del proceso de diseño de sistemas difusos, desde su descripción inicial hasta la implementación final. Sus principales características son la capacidad para desarrollar sistemas complejos y la flexibilidad para permitir al usuario extender el conjunto de funciones disponibles. El entorno ha sido completamente programado en Java, de forma que puede ser ejecutado sobre cualquier plataforma que tenga instalado el JRE (Java Runtime Environment). (XFuzzy-team, 2003)

Es una herramienta basada en software libre, o sea, que es de libre distribución a los usuarios, y puede ser modificado o distribuido sin ningún tipo de valor comercial o adecuación para un propósito particular.

Esta herramienta es utilizada tradicionalmente para el diseño de controladores, pero también puede ser empleada en el diseño de procesadores de imágenes. El diseño en esta herramienta cuenta con 4 procesos fundamentales: La etapa de descripción, la cual incluye herramientas gráficas para la definición del sistema difuso. La etapa de verificación que está compuesta por herramientas de simulación, monitorización y representación gráfica del comportamiento del sistema. La etapa de ajuste, básicamente facilita la aplicación de algoritmos de aprendizaje y finalmente, la etapa de síntesis que incluye herramientas para generar descripciones en lenguajes de alto nivel para implementaciones software o hardware. XFuzzy es un entorno compuesto por un conjunto de herramientas que facilitan el diseño, la verificación y la síntesis de sistemas difusos.

La unión de todas las herramientas antes mencionadas componen el uso de un lenguaje de especificación común, XFL3, este es un lenguaje flexible y potente, que permite expresar relaciones muy complejas entre variables difusas por medio de bases de reglas jerárquicas y conectivas, modificadores lingüísticos, funciones de pertenencia y métodos de defuzzificación definidos por el usuario. A su vez Las diferentes herramientas pueden ser ejecutadas como programas independientes. El entorno integra a todas ellas bajo una interfaz gráfica de usuario que facilita el proceso de diseño. (*XFuzzy-team, 2003*)

### **1.6 El desempeño empresarial.**

El proceso de validación del desempeño empresarial puede ser caracterizado por la afirmación: Todo lo que no se mide no se gestiona. Tener un proceso para evaluar el desempeño de las estructuras de trabajo, actividades y objetivos proporciona una ventaja competitiva en las organizaciones.

Considerando también que la mejora del desempeño organizacional se ha convertido en el de atención durante todos los profesionales que ocupan puestos de liderazgo, por lo que la adopción del sistema de clasificación se ha hecho indispensable en los tiempos modernos. Históricamente, los procesos de evaluación de desempeño de la organización han experimentado cambios significativos con miras a ajustar y adaptar los nuevos modelos de gestión, que a su vez han disciplinado la dinámica de trabajo del escenario de negocios.

Desde la Revolución Industrial, las preocupaciones con la evaluación del desempeño de la organización se han centrado en criterios estrictamente económicos y financieros. En este sentido se utilizan los modelos cuantitativos y normativos, centrados en la capacidad de la organización para maximizar las ganancias en el horizonte de la vida del proyecto, en lugar de cualquier otro criterio. El entorno de la organización en este período se caracteriza por la certeza, la previsibilidad y la estabilidad, lo que justifica esa opinión.

Ya desde los años 70 del siglo pasado, comenzó a realizarse cambios fundamentales en el entorno de la organización, influenciado principalmente por el proceso de globalización, aumentar la competitividad, la competencia a escala mundial, el rápido desarrollo tecnológico, los procesos integrados con proveedores y clientes, el enfoque de segmentación y clientes y el conocimiento como factor de producción.

Estos cambios, que se mantienen y se vuelven más intensos en la actualidad hace que las organizaciones requieran: la flexibilidad, a través de la flexibilidad en los procesos de trabajo, la agilidad, a través de la

conmutación de la velocidad, la generación de conocimiento a través del proceso de aprendizaje organizacional, la creación de capital intelectual mediante el desarrollo de las capacidades individuales y el compromiso de los empleados, la nueva forma de pensar acerca de la organización a través de un enfoque sistémico y no incluidos en su componentes. Así, las organizaciones que se incluyen en esta configuración y la práctica de estas dimensiones tendrán mayor capacidad para proporcionar niveles de excelencia en el desempeño organizacional y, en consecuencia, una mayor ventaja competitiva.

### ***1.7 Conclusiones Parciales.***

Según lo estudiado se puede decir que el Control Interno está necesitando de un nuevo método para obtener del mismo información útil y significativa a los decisores de la empresa que facilite la toma de decisiones. Para esto es necesario implementar de alguna manera el uso de los sistemas difusos y a su vez utilizar una herramienta informática que ayude a realizar todo este proceso para obtener patrones de desempeño asociados al Control Interno realizado en la empresa que permitan tener una idea más certera de la situación actual que esta presenta. Además se puede ver como se logra una vinculación entre los conjuntos Fuzzy y el cuestionario del Control Interno para darle solución al problema planteado.



### Capítulo 2. Propuesta de solución.

#### 2.1 Introducción.

Las lógicas difusas son esencialmente lógicas multivaluadas que extienden a las lógicas clásicas. Estas últimas imponen a sus enunciados únicamente valores *falso* o *verdadero*. Bien que estas han modelado satisfactoriamente a una gran parte del razonamiento “natural”, es cierto que el razonamiento humano utiliza valores de verdad que no necesariamente son “tan deterministas”. Las Lógicas Difusas procuran crear aproximaciones matemáticas en la resolución de ciertos tipos de problemas. Pretenden producir resultados exactos a partir de datos imprecisos, por lo cual son particularmente útiles en aplicaciones electrónicas o computacionales. El adjetivo “difuso” se debe a que los valores de verdad no deterministas utilizados en ellas tienen, por lo general, una connotación de incertidumbre. Un vaso medio lleno, independientemente de que también esté medio vacío, no está lleno completamente ni está vacío completamente. Por otra parte, desde un punto de vista optimista, lo difuso puede entenderse como la posibilidad de asignar más valores de verdad a los enunciados que los clásicos “falso” o “verdadero”. (Morales-Luna, 2002)

Básicamente el objetivo de la presente investigación es proponer una herramienta informática que sea capaz de gestionar la naturaleza Fuzzy de los datos de entrada asociados al cuestionario antes mencionado para su posterior utilización en el desarrollo de un software que permita gestionar todo el proceso de Control Interno en las empresas de una manera automatizada más efectiva.

En este capítulo se brinda una propuesta de solución a través de la herramienta XFuzzy 3.0 que permita la creación de un sistema difuso a partir de la información recogida en el cuestionario COSO, para obtener una evaluación más confiable de la situación de la empresa.

#### 2.2 Descripción de la Solución.

Inicialmente se tienen los datos cualitativos asociados a la evaluación de las preguntas reflejadas en el cuestionario COSO, o cuestionario para el Control Interno; este dato queda recogido en la variable Evaluación cuyos valores son:

- E: Excelente.
- B: Bien.
- R: Regular.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

---

- M: Mal.
- NP: No procede.

Para una correcta solución al problema planteado es necesaria la aplicación de la Lógica Difusa a los datos anteriormente expuestos, por lo que se debe llevar estos valores cualitativos a datos cuantitativos para su posterior representación gráfica, en el rango entre 0 y 1.

Para entender la naturaleza de lo difuso se debe tener en cuenta que en los fenómenos de la vida real, los valores cualitativos son muy difíciles de medir, o asegurar con exactitud que tienen un valor determinado. En este caso, cuando se habla de naturaleza difusa se refiere a que no se puede asegurar a ciencia cierta cuán bien o cuán mal está un aspecto; por ejemplo, puede recibir una evaluación de Bien y en realidad está “casi excelente”, otro ejemplo sería el de una persona que esté entre los límites de ser una persona alta o de estatura media, ¿cómo se diría? es “casi de estatura alta” o “casi de estatura media” (Figura 3), entonces, ¿cómo se pudiera representar ese “casi” de forma numérica?, es por esta razón que los valores numéricos se darán de forma tal que se entrelacen las evaluaciones y se tenga mejor claridad de lo que en realidad se desea.

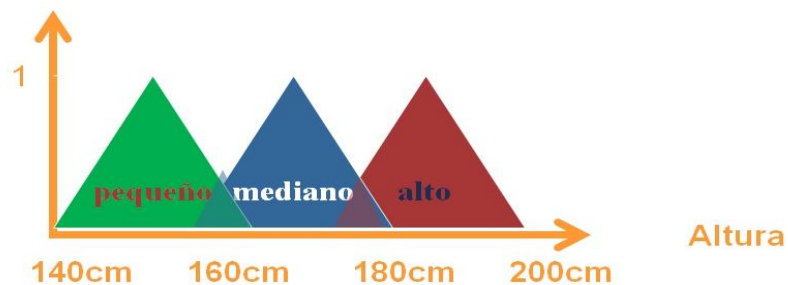


Figura 3. Ejemplo de límites Difusos entre variables cualitativas,

Luego de asignar valores numéricos a la variable Evaluación, se deben analizar los criterios para saber si realmente tiene la veracidad que se requiere, para esto se tendrán en cuenta los respaldos existentes, que permitirán emitir un criterio acertado de la realidad de cada aspecto que está siendo evaluado.

Se verificará entonces, si la evaluación cuenta con el respaldo necesario o no, y de ser afirmativo, entonces se valorará si este es confiable, para esto se pregunta si en la empresa está implementado el procedimiento correspondiente que valide el respaldo a cada evaluación.

De esta situación surgen dos variables más que serían: Respaldo y Procedimiento a las cuales hay que hacerles el mismo tratamiento que a la variable Evaluación, o sea, darle valores numéricos a cada una de ellas.

La variable **Respaldo** tendría las siguientes características:

- RE: Respaldo Existente.
- RNE: Respaldo No Existente.

La variable **Procedimiento** tendría las siguientes características:

- PNI: Procedimiento No Implementado.
- PMI: Procedimiento Mal Implementado.
- PBI: Procedimiento Implementado.
- PEI: Procedimiento Implementado y Funcional.

### 2.2.1 Aplicación de la Lógica Difusa a la Solución del Problema.

Para comenzar a aplicar la Lógica Difusa se deben tener en cuenta los elementos esenciales a extraer de la situación planteada. Los elementos básicos que se deben conocer son:

Variables Lingüísticas.

- Universo de Discurso.
- Etiquetas.
- Dominio.
- Función de Pertenencia.

La relación entre ellos radica en que una variable lingüística es caracterizada por un conjunto de elementos  $(X, T, U, M)$  donde  $X$  es el nombre de la variable,  $T$  es el conjunto de valores lingüísticos que  $X$  puede tomar (*Etiquetas*),  $U$  es el dominio donde la variable lingüística  $X$  toma sus valores cuantitativos (*Universo de Discurso*), y  $M$  es una regla semántica utilizada para relacionar cada valor lingüístico en  $T$  con un conjunto difuso en  $U$  (*Función de Pertenencia*).

## Variables Lingüísticas, Etiquetas y Universo de Discurso.

Las variables lingüísticas con que inicialmente se cuenta son: Evaluación, Respaldo y Procedimiento.

El *Universo de Discurso* de cada variable serían los valores entre 0 y 1.

Las *Etiquetas* asociadas a cada variable serían:

Variable	Etiquetas	Descripción
Evaluación	E, B, R, M, NP	Excelente(E), Bien, Regular(R), Mal(M), No Procede(NP)
Respaldo	RE, RNE	Respaldo Existente, Respaldo No Existente(RNE)
Procedimiento	PNI, PMI, PI, PIF	Procedimiento No Implementado (PNI), Procedimiento Mal Implementado (PMI), Procedimiento Implementado (PI), Procedimiento Implementado y Funcional (PIF)

Tabla 1. Etiquetas asociadas a cada variable.

## Dominio.

El Dominio viene dado por el rango de valores que recibe cada etiqueta, inicialmente sería el siguiente.

Variable Evaluación		Variable Respaldo		Variable Procedimiento	
Etiquetas	Dominio	Etiquetas	Dominio	Etiquetas	Dominio
NP	[0 , 0.2]	RNE	0	PNI	[0 , 0.25]
M	[0.2 , 0.4]	RE	1	PMI	[0.25 , 0.5]
R	[0.4 , 0.6]			PI	[0.5 , 0.75]
B	[0.6 , 0.8]			PIF	[0.75 , 1]
E	[0.8 , 1]				

Tabla 2. Dominio Inicial de cada Variable.

## Función de Pertenencia.

Por último se define la *Función de Pertenencia* a utilizar. La función de pertenencia de un conjunto indica el grado en que cada elemento de un universo dado, pertenece a dicho conjunto. Es decir, la función de pertenencia de un conjunto A sobre un universo X será de la forma:

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

$\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ , donde  $\mu_A(x) = r$  si  $r$  es el grado en que  $x$  pertenece a  $A$ .

Si el conjunto es nítido, su función de pertenencia (función característica) tomará los valores en  $\{0, 1\}$ , mientras que si es borroso, los tomará en el intervalo  $[0, 1]$ . Si  $\mu_A(x) = 0$  el elemento no pertenece al conjunto, si  $\mu_A(x) = 1$  el elemento sí pertenece totalmente al conjunto.

La definición de una función de pertenencia es una forma de representar gráficamente el conjunto borroso sobre el que se está trabajando, en este caso se utilizará la función Trapezoidal, esta función está definida por sus límites inferior **a**, superior **d**, y los límites de soporte inferior **b** y superior **c**, tal que **a < b < c < d**, si los valores de  $b$  y  $c$  son iguales, se obtiene una función triangular.

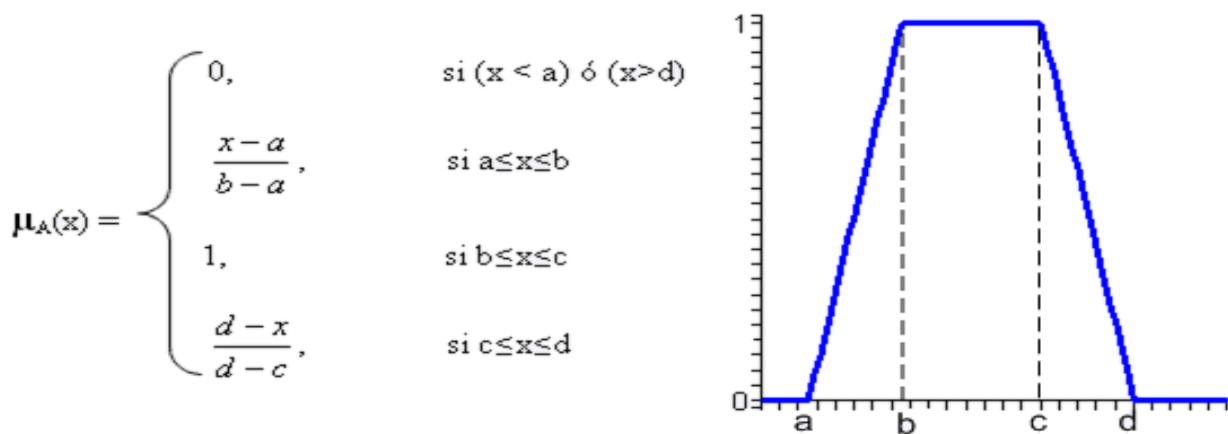


Figura 4. Gráfica Función Trapezoidal.

A parte de la función de tipo trapezoidal, también será utilizada la función Singleton. Esta función puede usarse para evaluar que se cumple un valor de referencia estricta. Es una de las funciones más simples, y en este caso será útil para tratar conceptos de la forma en que lo hace la lógica clásica con valores de sólo 0 ó 1.

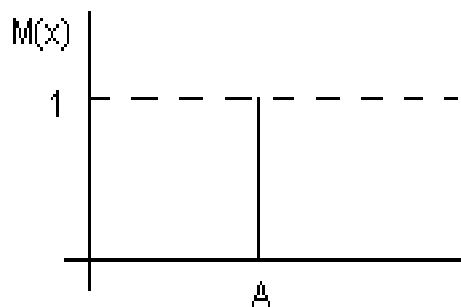


Figura 5. Gráfica Función Singleton.

### Operaciones Lógicas.

Luego de haber definido los elementos fundamentales para la construcción de un sistema difuso, es necesario aclarar las operaciones lógicas que se pueden establecer entre estos conjuntos. Las mismas son:

- La intersección: definida como  $f_{A \cap B}(x) = T(f_A(x), f_B(x))$ , esta se obtiene aplicando la operación T-Norma<sup>13</sup> que puede ser sustituida por cualquiera de sus funciones. La intersección según la Teoría de Hajek<sup>14</sup> es lo que ocurre en las funciones de Hajek de CONJ (conjunción) y CTR (contribución).
- Unión: definida como  $f_{A \cup B}(x) = S(f_A(x), f_B(x)) \rightarrow$  esta se obtiene aplicando la operación S-Norma<sup>11</sup> que puede ser sustituida por cualquiera sus funciones. La unión según la Teoría de Hajek es lo que ocurre en las funciones de Hajek de DISY (disyunción) y GLOB (global).
- Negación o complemento: definida como  $f_{\neg A}(x) = 1 - f_A(x)$  se obtiene aplicando esta fórmula, dado que los valores de la función de pertenencia están entre 0 y 1. En Teoría Difusa no se puede usar la función de Hajek  $NEG(X) = -X$  ya que arrojaría resultados negativos.

### Base de Conocimientos.

Todo sistema difuso debe contar con una base de reglas o base de conocimientos compuesto por reglas *If-Then*, una regla de este tipo no es más que una forma de representar la captura del conocimiento (por lo general el conocimiento humano) que es impreciso e inexacto por naturaleza.

---

<sup>13</sup> Operadores básicos (T-norma y S-norma):

- $f_{A \cap B}(x) = T(f_A(x), f_B(x))$
- $f_{A \cup B}(x) = S(f_A(x), f_B(x))$
- $f_{\neg A}(x) = 1 - f_A(x)$

<sup>14</sup> Hájek sostiene que la propiedad más importante de los predicados vagos es su carácter comparativo: el hecho de que puedan aplicarse a un objeto (individual) dado en mayor o menor medida, incluyendo el sí absoluto y el no absoluto. Esta propiedad comparativa de los predicados vagos nos conduce a una "noción comparativa de verdad", en virtud de la cual una proposición puede ser "más verdadera" o "menos verdadera", la misma proposición puede tener varios valores de verdad en diferentes situaciones: puede ser absolutamente verdadera, absolutamente falsa, o algo intermedio

En este caso las reglas estarían condicionadas por el hecho de si la evaluación dada a cada aspecto en el cuestionario tenga o no respaldo y el respaldo depende entonces del procedimiento que esté implementado para obtener el mismo.

### **Defuzzificación.**

Por último se procede a la defuzzificación del sistema creado, donde todos los conjuntos que forman parte del universo de discurso de una variable obtienen su valor numérico. Este proceso puede hacerse de dos maneras: utilizando una función de defuzzificación dada, o utilizando el Método del *Centroide* o también llamado *Centro de Gravedad* que es la vía propuesta para la solución del problema, actualmente este método es considerado como el mejor de los existentes.

### **2.3 Desarrollo de la Propuesta de Solución.**

Luego de plantearse metodológicamente la solución propuesta se procede a su desarrollo, para lo cual, con el objetivo de hacer este proceso más fácil y preciso, se propone el uso de una herramienta informática que gestione la naturaleza Fuzzy de los datos antes expuestos. Luego de hacer una amplia revisión bibliográfica sobre las diferentes herramientas que son utilizadas con este fin actualmente en el mundo, se decide utilizar el XFuzzy 3.0.

#### **2.3.1 Descripción detallada de la solución y uso de la herramienta propuesta.**

##### **Operadores**

Primeramente se definen los operadores que se van a utilizar en el sistema difuso a crear. En la herramienta esta acción consiste en crear un nuevo operador y especificar las operaciones que este realizará como son: la Intersección (OR), Unión (AND), Negación (NOT) y el método de defuzzificación entre otras.

Para la solución del problema es más conveniente trabajar con los operadores por defecto que trae la herramienta.

## Tipos

Una vez creado el operador y especificadas las operaciones que realizará, se deben crear los *Tipos* de variables con que contará el sistema, en la creación de estos tipos es donde se define de cada variable, sus etiquetas asociadas para ser representadas gráficamente.

Cada tipo de variable ha sido creada de manera tal que cada función de membresía (Membership Functions) o función de pertenencia coincida con las etiquetas previamente definidas, y se representen gráficamente mediante la *función trapezoidal* o *Singleton*, (en el caso del tipo *RespaldoExistente* cuyos valores son nítidos inicialmente y solo toman valores de 0 ó 1) para ello es necesario delimitar un mínimo (valor mínimo del universo de discurso), un máximo (valor máximo del universo de discurso) y la cardinalidad con que contará.

Los valores tomados por cada etiqueta de las variables *Evaluación* y *Procedimiento*, al ser graficadas mediante la *función de pertenencia trapezoidal*, sufren un ligero cambio en los límites del *Dominio*, que esta vez estarán dado por los valores **a** y **d** con el objetivo de que quede distribuida la gráfica en partes iguales (Tablas 3 y 4).

Se han definido los siguientes tipos:

- RespaldoExistente. (Figura 6)
- Procedimiento. (Figura 7)
- Evaluación. (Figura 8)

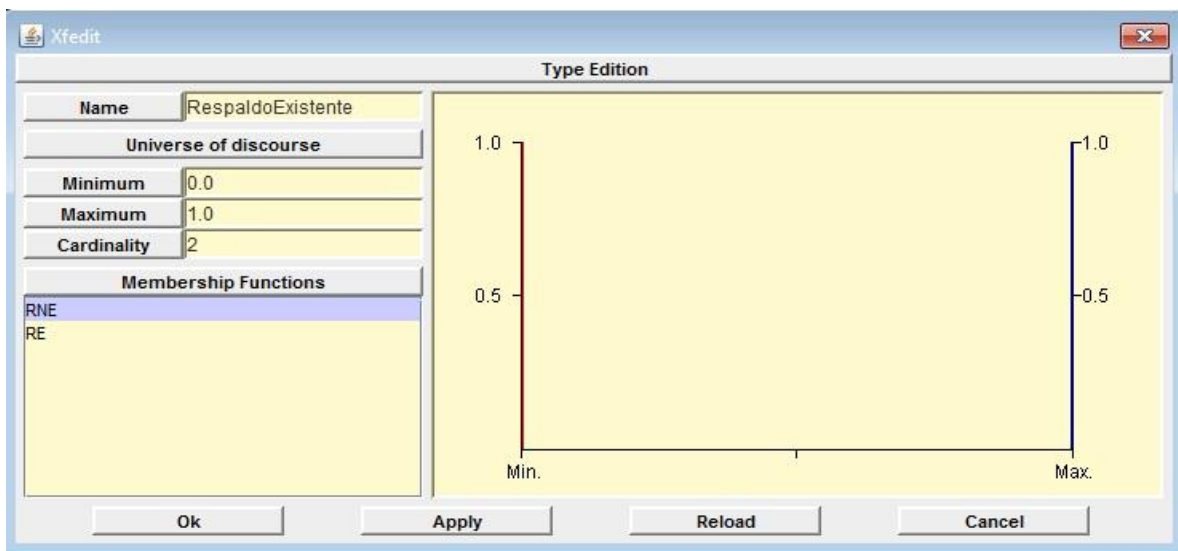


Figura 6. Representación Gráfica del Tipo de variable RespaldoExistente.



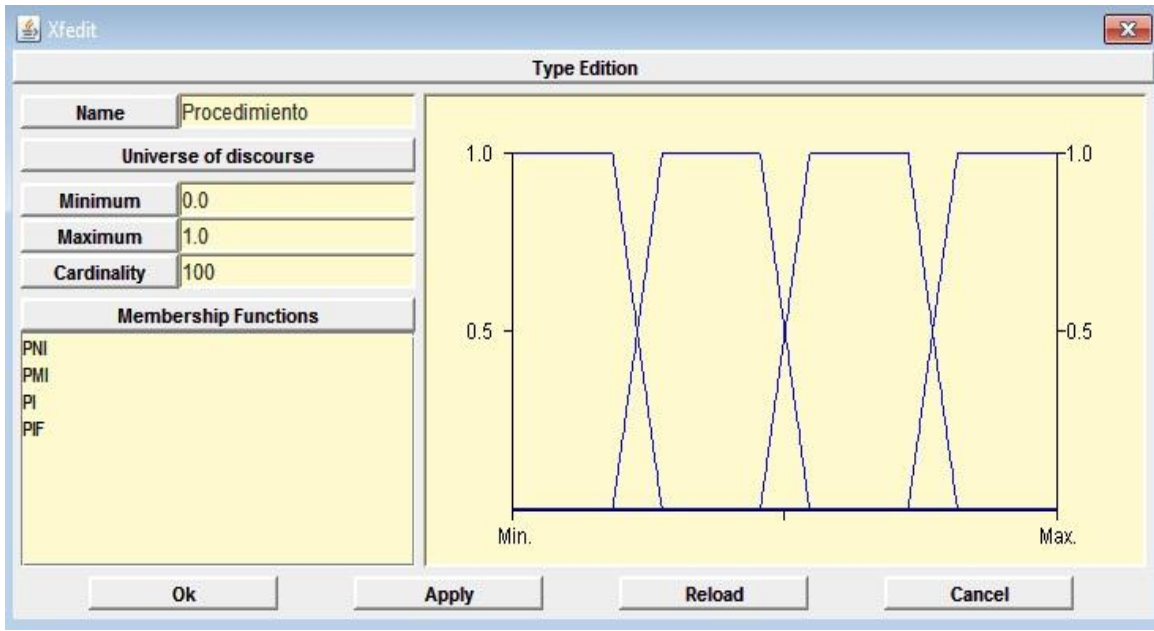


Figura 7. Representación Gráfica del Tipo de variable Procedimiento.

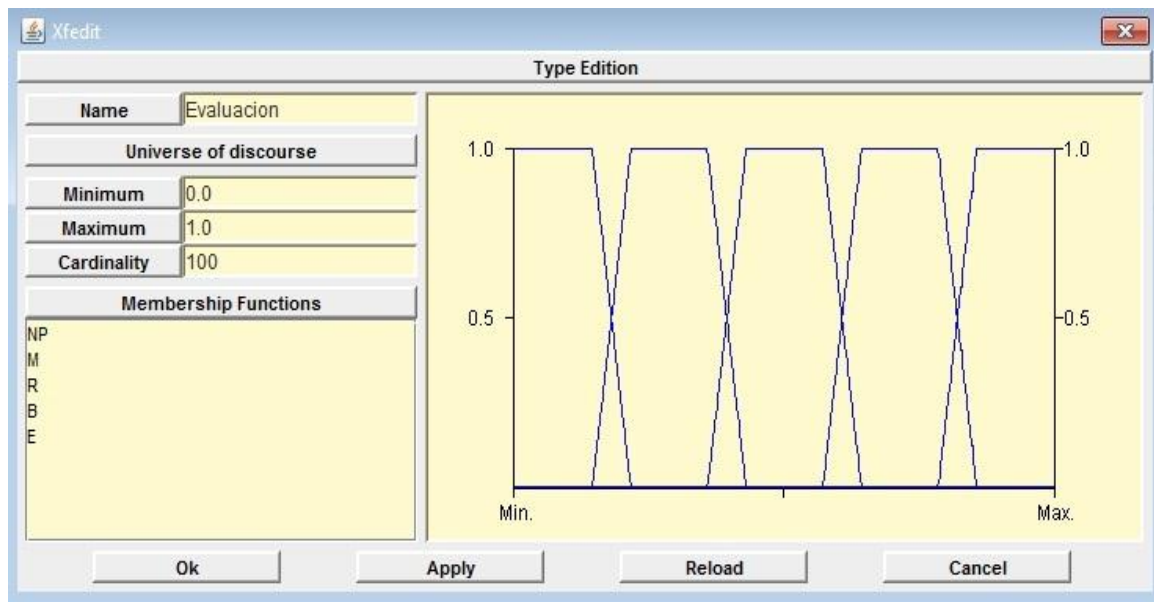


Figura 8. Representación Gráfica del Tipo de variable Evaluación.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

<i>Valor cualitativo</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
PNI	0.0	0.0	0.18181818181818182	0.2727272727272727
PMI	0.18181818181818182	0.2727272727272727	0.4545454545454546	0.5454545454545454
PI	0.4545454545454546	0.5454545454545454	0.7272727272727273	0.8181818181818182
PIF	0.7272727272727273	0.8181818181818182	1.0	1.0

Tabla 3. Valores numéricos del tipo de variable Procedimiento.

<i>Valor cualitativo</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
NP	0.0	0.0	0.14285714285714285	0.2142857142857142
M	0.14285714285714285	0.2142857142857142	0.3571428571428571	0.4285714285714285
R	0.3571428571428571	0.4285714285714285	0.5714285714285714	0.6428571428571428
B	0.5714285714285714	0.6428571428571428	0.7857142857142857	0.8571428571428571
E	0.7857142857142857	0.8571428571428571	1	1

Tabla 4. Valores numéricos del tipo de variable Evaluación.

### Uso de Modificadores Lingüísticos.

Luego de haber creado los tipos correspondientes a las variables surgidas en el inicio del problema, es necesario crear dos tipos adicionales que serán utilizadas en la solución.

- Respaldo: Cuyas funciones de membresía quedarían distribuidas de la siguiente manera:
  - RNE: Respaldo No Existente.
  - RNC: Respaldo No Confiable.
  - RPC: Respaldo Poco Confiable.
  - RC: Respaldo Confiable.
  - RTC: Respaldo Totalmente Confiable.

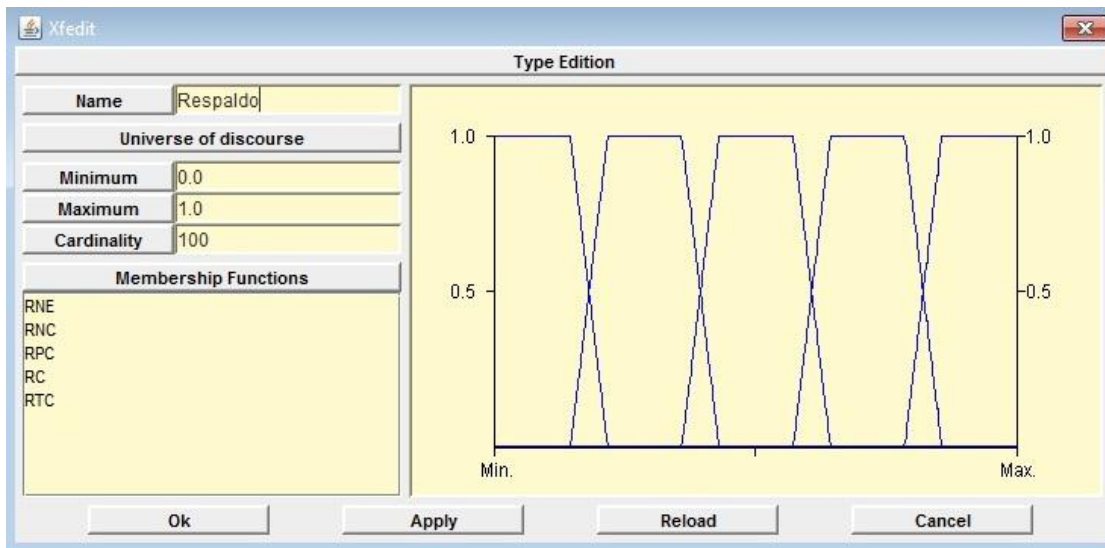


Figura 9. Representación Gráfica del Tipo de variable Respaldo.

Los valores de las funciones de pertenencia asociadas a este tipo de variable serían:

Valor cualitativo	a	b	c	d
RNE	0.0	0.0	0.14285714285714285	0.2142857142857142
RNC	0.14285714285714285	0.21428571428571427	0.3571428571428571	0.4285714285714285
RPC	0.3571428571428571	0.42857142857142855	0.5714285714285714	0.6428571428571428
RC	0.5714285714285714	0.6428571428571428	0.7857142857142857	0.8571428571428571
RTC	0.7857142857142857	0.8571428571428571	1	1

Tabla 5. Valores numéricos del tipo de variable Respaldo.

- **EvaluacionFinal**: En el caso de este tipo de variable se hace uso de los *Hedges Lingüísticos (HL)* que no son más que operadores para modificar el significado de un conjunto difuso A, para obtener uno nuevo  $h(A)$ . Ejemplo: Muy, Casi, etc. En este caso no es más que el tipo *Evaluación* modificado usando el HL “muy”. Las funciones de membrecía serían las siguientes:
  - NP: No Procede.
  - MM: Muy Mal.
  - M: Mal.
  - R: Regular.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- B: Bien.
- MB: Muy Bien.
- E: Excelente.
- P: Perfecto (Sería Muy Excelente pero por cuestiones de estética se utiliza el término Perfecto).

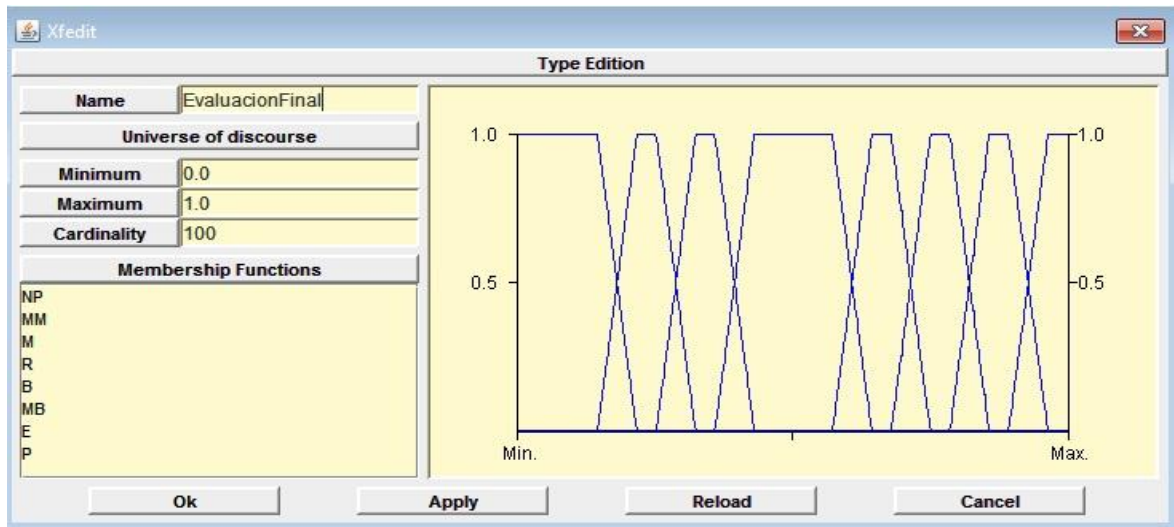


Figura 10. Representación Gráfica del Tipo de variable EvaluacionFinal.

Los valores de cada función de membrecía serían:

Valor cualitativo	a	b	c	d
NP	0.0	0.0	0.1428571428571428	0.2142857142857142
MM	0.1428571428571428	0.2142857142857142	0.2499999999999985	0.3214285714285713
M	0.2499999999999985	0.3214285714285713	0.3571428571428571	0.4285714285714284
R	0.3571428571428571	0.4285714285714284	0.5714285714285714	0.6428571428571428
B	0.5714285714285714	0.6428571428571428	0.6785714285714285	0.7499999999999999
MB	0.6785714285714285	0.7499999999999999	0.7857142857142856	0.857142857142857
E	0.7857142857142856	0.857142857142857	0.8928571428571427	0.9642857142857141
P	0.8928571428571427	0.9642857142857141	1.0	1.0

Tabla 6. Valores numéricos del tipo de variable EvaluacionFinal

### Reglas

El próximo paso es la definición de las Bases de Reglas *If-Then* con que contará el sistema difuso. Es necesario crear 2 Base de Reglas o *RuleBase*, una contendrá las reglas correspondientes a la modificación del respaldo en dependencia de los procedimientos implementados en la entidad y la otra utiliza la variable de salida de la base de reglas anterior para obtener entonces la evaluación final.

#### Base de Reglas RBRespaldo. (Figura 11)

Primero se concreta la base de conocimientos para este proceso:

- Si existe respaldo y el procedimiento está implementado y es funcional *entonces* el respaldo es totalmente confiable.
- Si existe respaldo y el procedimiento está implementado *entonces* el respaldo es confiable.
- Si existe respaldo y el procedimiento está mal implementado *entonces* el respaldo es poco confiable.
- Si existe respaldo y el procedimiento no está implementado *entonces* el respaldo no es confiable.

Para crear las reglas, se deben crear 2 variables de entrada y una de salida:

Variables de Entrada: RespladoExistente que es de tipo RespladoExistente (Figura 6). Y Procedimiento de tipo Procedimiento (Figura 7).

Variable de Salida: Respaldo de tipo *Respaldo*.

#### Reglas:

- *Regla0: If* (RespladoExistente==RE & Procedimiento==PIF) *then* (Respaldo=RTC).
- *Regla1: If* (RespladoExistente==RE & Procedimiento==PI) *then* (Respaldo=RC).
- *Regla2: If* (RespladoExistente==RE & Procedimiento==PMI) *then* (Respaldo=RPC).
- *Regla3: If* (RespladoExistente==RE & Procedimiento==PNI) *then* (Respaldo=RNC).
- *Regla4: If* (RespladoExistente==RNE) *then* (Respaldo=RNE).

#### Base de Reglas RBEvaluacion. (Figura 12)

### Base de Conocimientos:

- Si la evaluación es Excelente y el respaldo es totalmente confiable *entonces* la evaluación es Perfecta, si el respaldo es confiable *entonces* la evaluación es Excelente, si el respaldo es poco confiable *entonces* la evaluación es Muy Bien, si el respaldo no es confiable *entonces* la evaluación es de Bien y si la evaluación no cuenta con respaldo *entonces* la evaluación sería de Regular.
- Si la evaluación es Bien y el respaldo es totalmente confiable *entonces* la evaluación es Muy Bien, si el respaldo es confiable *entonces* la evaluación es Bien, si el respaldo es poco confiable *entonces* la evaluación es Regular, si el respaldo no es confiable *entonces* la evaluación es de Regular y si la evaluación no cuenta con respaldo *entonces* la evaluación sería de Mal.
- Si la evaluación es Regular y el respaldo es totalmente confiable *entonces* la evaluación es Regular, si el respaldo es confiable *entonces* la evaluación es Regular, si el respaldo es poco confiable *entonces* la evaluación es Mal, si el respaldo no es confiable *entonces* la evaluación es de Muy Mal y si la evaluación no cuenta con respaldo *entonces* la evaluación No Procede.
- Si la evaluación es Mal y el respaldo es totalmente confiable *entonces* la evaluación es Muy Mal, si el respaldo es confiable *entonces* la evaluación es Mal, si el respaldo es poco confiable *entonces* la evaluación es Mal, si el respaldo no es confiable *entonces* la evaluación no Procede y si la evaluación no cuenta con respaldo *entonces* la evaluación No Procede.

Variables de Entrada: Evaluacion que es de tipo Evaluacion (*Figura 8*) y Respaldo de tipo Respaldo (*Figura 9*).

Variables de Salida: EvaluacionFinal que es de tipo EvaluacionFinal (*Figura 10*).

### Reglas:

- *Regla0:* **If** (Evaluacion==E & Respaldo==RNE) **then** (EvaluacionFinal=R).
- *Regla1:* **If** (Evaluacion==E & Respaldo==RNC) **then** (EvaluacionFinal=B).
- *Regla2:* **If** (Evaluacion==E & Respaldo==RPC) **then** (EvaluacionFinal=MB).
- *Regla3:* **If** (Evaluacion==E & Respaldo==RC) **then** (EvaluacionFinal=E).
- *Regla4:* **If** (Evaluacion==E & Respaldo==RTC) **then** (EvaluacionFinal=P).
- *Regla5:* **If** (Evaluacion==B & Respaldo==RNE) **then** (EvaluacionFinal=M).
- *Regla6:* **If** (Evaluacion==B & Respaldo==RNC) **then** (EvaluacionFinal=R).

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- **Regla7: If** (Evaluacion==B & Respaldo==RPC) **then** (EvaluacionFinal=R).
- **Regla8: If** (Evaluacion==B & Respaldo==RC) **then** (EvaluacionFinal=B).
- **Regla9: If** (Evaluacion==B & Respaldo==RTC) **then** (EvaluacionFinal=MB).
- **Regla10: If** (Evaluacion==R & Respaldo==RNE) **then** (EvaluacionFinal=NP).
- **Regla11: If** (Evaluacion==R & Respaldo==RNC) **then** (EvaluacionFinal=MM).
- **Regla12: If** (Evaluacion==R & Respaldo==RPC) **then** (EvaluacionFinal=M).
- **Regla13: If** (Evaluacion==R & Respaldo==RC) **then** (EvaluacionFinal=R).
- **Regla14: If** (Evaluacion==R & Respaldo==RTC) **then** (EvaluacionFinal=R).
- **Regla15: If** (Evaluacion==M & Respaldo==RNE) **then** (EvaluacionFinal=NP).
- **Regla16: If** (Evaluacion==M & Respaldo==RNC) **then** (EvaluacionFinal=NP).
- **Regla17: If** (Evaluacion==M & Respaldo==RPC) **then** (EvaluacionFinal=M).
- **Regla18: If** (Evaluacion==M & Respaldo==RC) **then** (EvaluacionFinal=M).
- **Regla19: If** (Evaluacion==M & Respaldo==RTC) **then** (EvaluacionFinal=MM).
- **Regla20: If** (Evaluacion==NP) **then** (EvaluacionFinal=NP).

The screenshot shows the 'Rulebase Edition' window for 'RBRespaldo'. The 'Input variables' section lists 'RespaldoExistente' and 'Procedimiento'. The 'Output variables' section lists 'Respaldo'. The rules table is as follows:

Rule		Premise	Conclusion
0	1.0	if ( RespaldoExistente == Si & Procedimiento == PIF )	-> Respaldo = RTC
1	1.0	if ( RespaldoExistente == Si & Procedimiento == PI )	-> Respaldo = RC
2	1.0	if ( RespaldoExistente == Si & Procedimiento == PMI )	-> Respaldo = RPC
3	1.0	if ( RespaldoExistente == Si & Procedimiento == PNI )	-> Respaldo = RNC
4	1.0	if ( RespaldoExistente == No )	-> Respaldo = RNE
*			

Figura 11. Representación de la Base de Reglas RBRespaldo en el Xfuzzy3.0

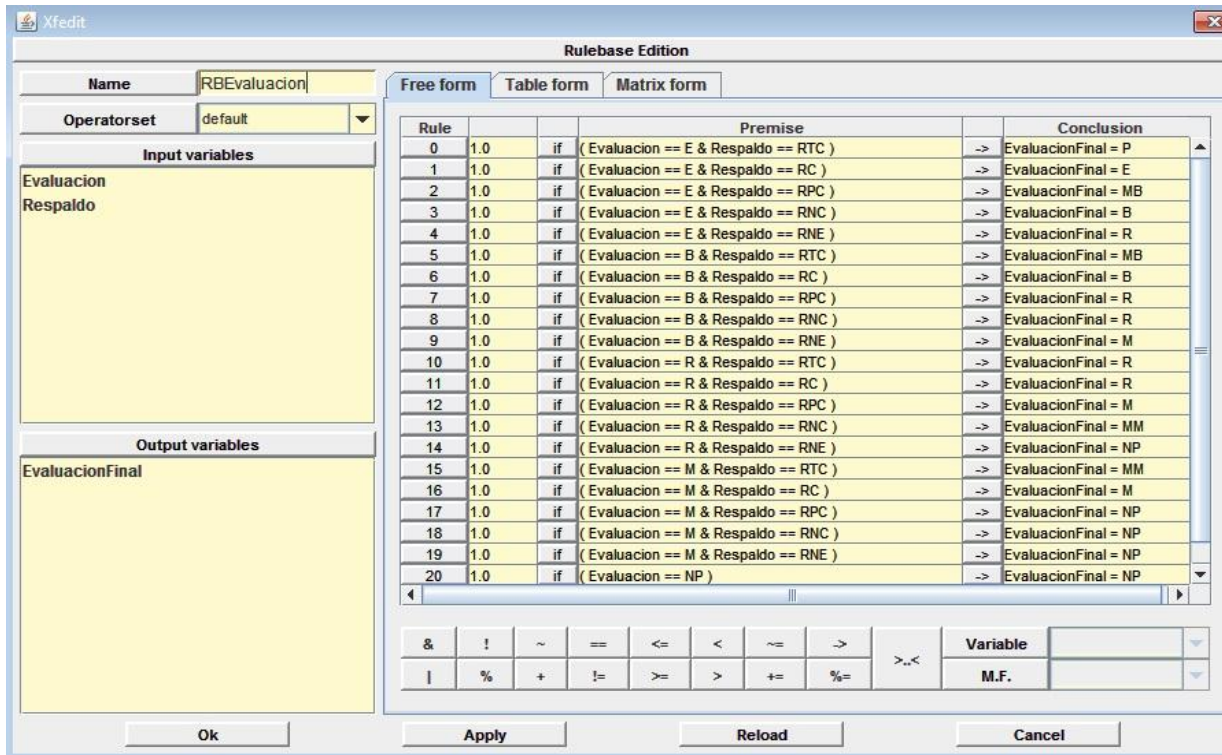


Figura 12. Representación de la Base de Reglas RBResplado en el XFuzzy3.0

### Creación de Variables

Luego de haber definido los operadores, tipos y las bases de reglas a utilizar, se deben definir entonces las variables de entrada y salida para el sistema difuso. Las variables de entrada brindarán los datos con que inicialmente se cuenta, o sea, serían las variables asociadas a la Evaluación, el Respaldo y el Procedimiento y una variable de salida que representaría la evaluación obtenida luego del proceso de Fuzzificación , inferencia y Defuzzificación del sistema.

Variables de Entrada	
Nombre	Tipo
Evaluacion1	Evaluacion
RespaldoExistente	RespaldoExistente
Procedimiento	Procedimiento
Variable de Salida	
Evaluacion	EvaluacionFinal

Tabla 7. Variables de entrada y salida del sistema.



## Estructura del sistema difuso

Una vez creadas todas las condiciones del sistema se procede a asociar todos sus componentes, quedaría estructurado entonces de la siguiente manera:

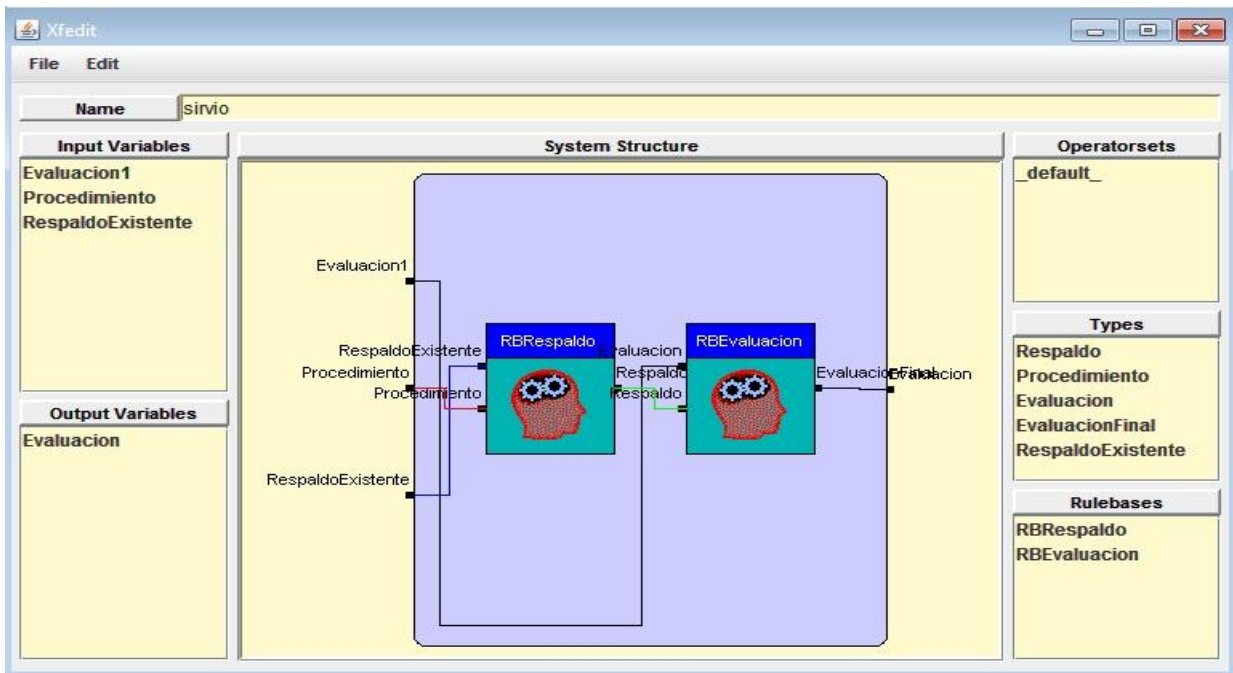


Figura 13. Estructura del Sistema Difuso Creado

Donde se asocian las variables de entrada a las bases de regla para obtener el resultado final mediante la variable de salida.

Primeramente se hace una llamada a la base de reglas *RBRespaldo*, la cual recibe como variables de entrada *Procedimiento* y *RespaldoExistente*, (es necesario recordar que el respaldo con el que se cuenta inicialmente se modifica en dependencia del procedimiento que se lleve a cabo en la entidad para la obtención del mismo), de aquí se obtiene una variable de salida *Respaldo* como se mencionó anteriormente en la descripción de esta base de reglas. (Figura 11) Luego se hace uso de la base de reglas *RBEvaluacion* la cual recibe como variables de entrada *Evaluacion1* y *Respaldo* que sería la variable de salida luego de aplicar las reglas contenidas en *RBRespaldo* a *Procedimiento* y *RespaldoExistente*. Por último se obtiene una variable de salida *Evaluacion* de tipo *EvaluacionFinal*, que representaría la modificación que sufre la variable *Evaluacion1* luego de aplicar todas las reglas de inferencia definidas en el sistema.

**2.3.3 Visualización de los Resultado en la Herramienta.**

Para visualizar los resultados finales, la herramienta brinda la opción de monitorización, donde se le pueden dar valores a las variables de entrada al sistema, e ir monitorizando entonces el comportamiento que tendría el resultado final luego de realizar todo el procesamiento difuso en dependencia de los valores que se introduzcan.

**Ejemplo1:**

Variable	Valores de entrada	Función de Membrecía	Valor de Salida	Función de Membrecía
Evaluacion1	0.7	B		
Procedimiento	0.3	PMI		
Respaldo	1.0	RE		
EvaluacionFinal			0.534958	R

Tabla 8. Valores de Resultados Finales.

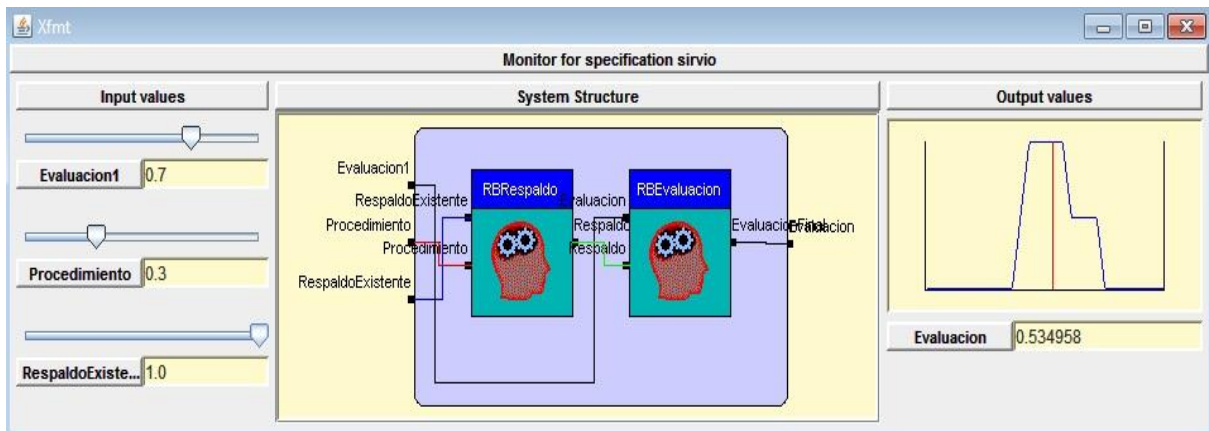


Figura 14. Ejemplo de Resultado Final.

Como se puede apreciar, la variable de salida tuvo una modificación con respecto a los valores de entrada, esto es resultado de aplicar el conjunto de reglas **IF-THEN** asociadas a las bases de conocimientos descritas anteriormente.

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta el rango de valores de las funciones de membrecía obtenidas de cada variable (*Tablas 3, 4, 5 y 6*). El ejemplo anterior se traduce en:

Se le ha dado una evaluación a uno de los aspectos reflejados en el cuestionario para el Control Interno, *se cuenta con el respaldo pertinente*, pero el procedimiento llevado a cabo en la entidad para sustentar ese respaldo está *mal implementado*, por lo tanto se considera *no confiable*, lo que conlleva a que varíe la evaluación y se considere regular (*R*).

Otra funcionalidad de la herramienta utilizada es que permite mostrar en cada instante el comportamiento de las reglas que están siendo utilizadas, en el caso del ejemplo anterior, de la base de reglas RBRespaldo se utiliza regla 2 tomando un valor de 1.0 (*Figura 15*):

*Regla2: if (RespaldoExistente==RE & Procedimiento==PMI) then (Respaldo=RPC).*

En el caso de la base de reglas RBEvaluacion las reglas que se utilizan son las reglas 6, 7, y 8 tomando valores de 0.484848, 1.0 y 0.484848 respectivamente. (*Figura 16*)

*Regla6:if (Evaluacion==B & Respaldo==RNC) then (EvaluacionFinal=R).*

*Regla7: If (Evaluacion==B & Respaldo==RPC) then (EvaluacionFinal=R).*

*Regla8: If (Evaluacion==B & Respaldo==RC) then (EvaluacionFinal=B).*

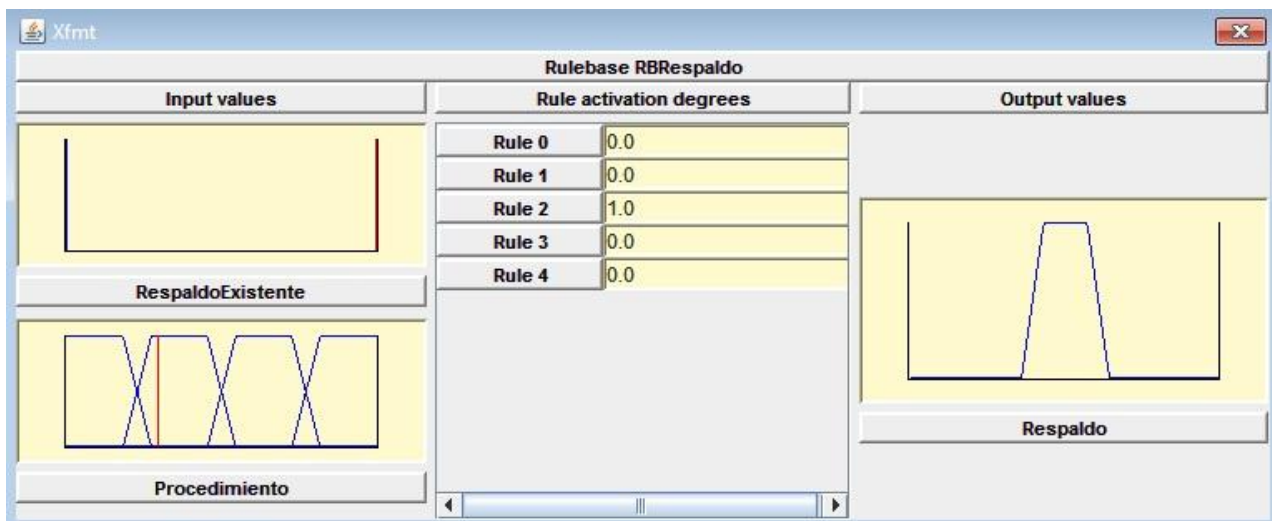


Figura 15. Comportamiento de las Reglas utilizadas en RBRespaldo.

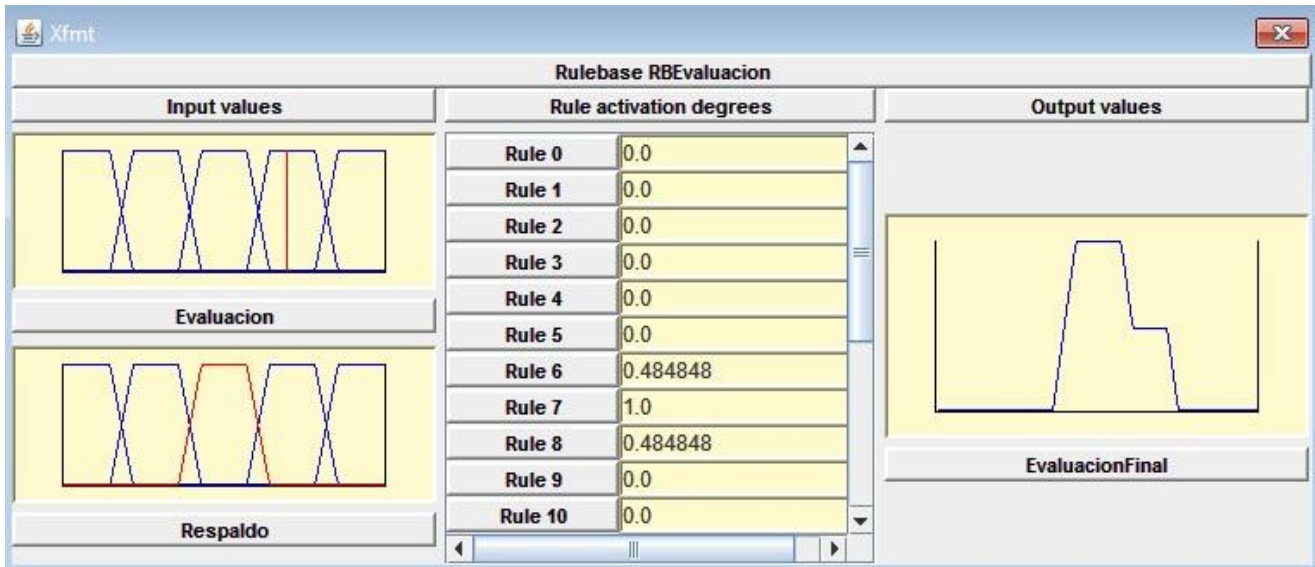


Figura 16. Comportamiento de las Reglas utilizadas en RBEvaluacion.

La Herramienta XFuzzy3.0 da la posibilidad de obtener una visualización gráfica del comportamiento de una variable respecto a otra, por ejemplo se puede apreciar la variación de la variable de entrada Evaluacion1 con respecto a la variable de salida Evaluacion, en dependencia del comportamiento de los factores Respaldo y el Procedimiento.

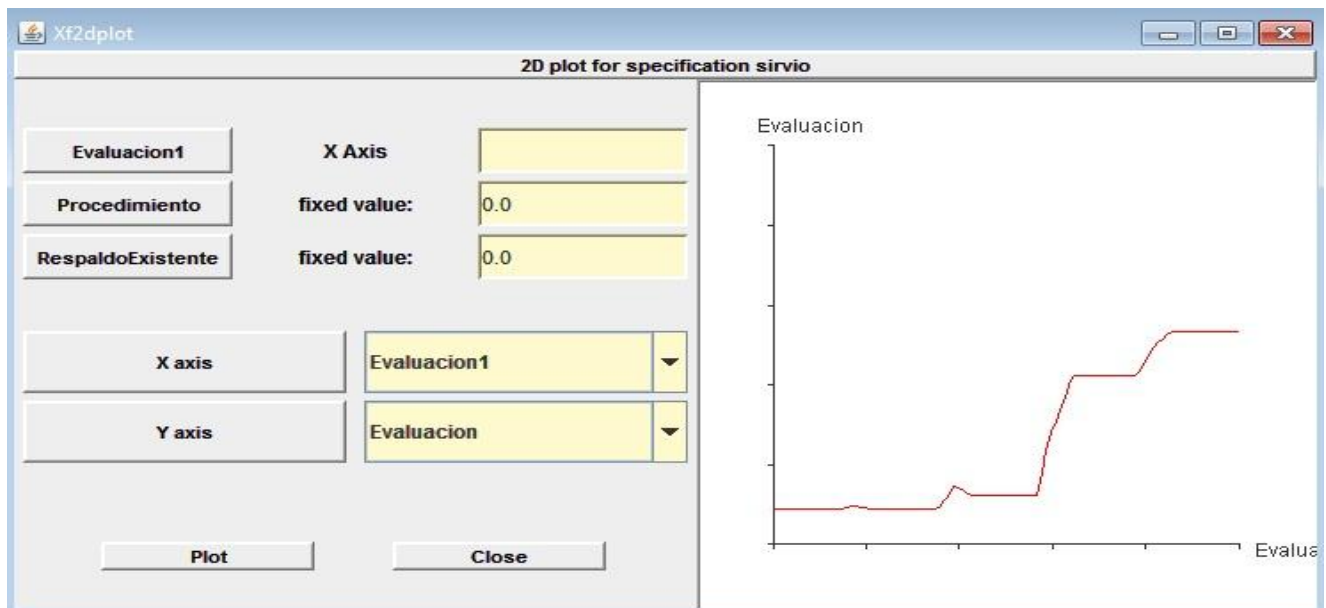


Figura 17. Comportamiento de la variable Evaluacion con respecto Evaluacion1 sin respaldo.

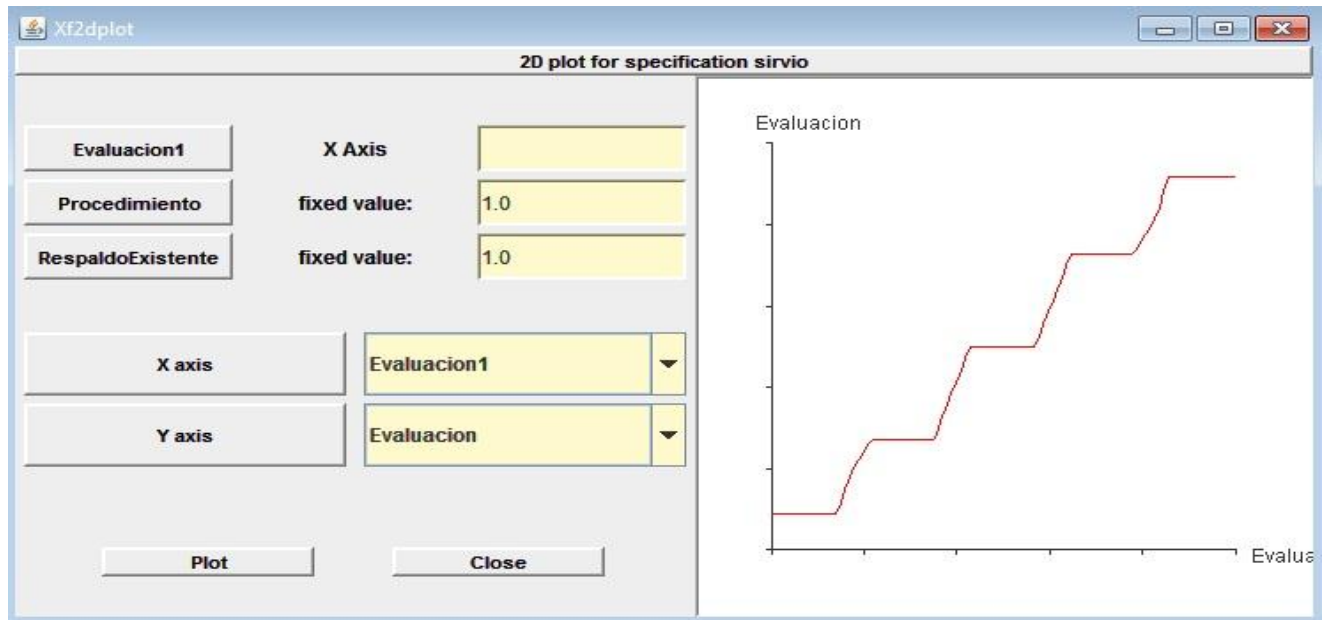


Figura 18. Comportamiento de la variable Evaluacion con respecto Evaluacion1 con un respaldo totalmente confiable.

## 2.4 Conclusiones Parciales.

Se presenta la propuesta de solución mediante el empleo de la Lógica Difusa como alternativa para el tratamiento inteligente de los datos reflejados en el cuestionario del Control Interno. Se plantearon las Bases de Conocimientos a emplear para la determinación de las reglas *If-Then* con las cuales trabajará el sistema difuso. Se realiza un uso factible de la herramienta informática Xuzzy en su versión 3.0 para facilitar el proceso de Fuzzificación-Inferencia-Defuzzificación del sistema creado y por tanto su descripción, verificación y síntesis y de esta forma crear un sistema difuso a partir de la información recogida en el cuestionario COSO, que permita tener un acercamiento a la realidad sin haberla modificado. El uso de la herramienta permitió ver crear variables de entrada y de salida, así como la visualización de los resultados en la herramienta después de crear el sistema difuso.

### Capítulo 3. Factibilidad de la Propuesta de Solución.

#### **3.1 Introducción.**

Para comprobar la factibilidad de la propuesta de solución planteada en el capítulo anterior se ha efectuado la visualización de la información contenida en el cuestionario COSO, antes y después de aplicar el tratamiento difuso, lo cual permite establecer comparaciones entre distintos casos de estudio en cuanto al comportamiento de una entidad en un período de tiempo; en dependencia de los datos obtenidos en los controles internos efectuados en la misma; facilitando de esta manera la obtención de patrones para evaluar cómo se desempeña la empresa en sus diferentes áreas.

#### **3.2 Visualización.**

La visualización científica consiste en la transformación de datos o información en imágenes para explicar y comunicar ideas. El advenimiento de las computadoras digitales trajo consigo la posibilidad de generar y almacenar cantidades de información nunca antes pensadas. Conforme el poder del cómputo se ha incrementado, también se han desarrollado técnicas para transformar la información en imágenes. Estas técnicas son el núcleo de lo que hoy se llama visualización científica.

La visualización de información consiste en el uso de representaciones visuales, auditivas y sensoriales de datos abstractos contenidos en una computadora, es de vital importancia hoy en día pues permite reducir el tiempo de búsqueda de información, mejora el reconocimiento de patrones y permite el uso de inferencia y monitoreo perceptual, todo en un medio manipulable e interactivo.

Visto de una manera más concreta visualizar es crear una representación visible de algo, ya sea un concepto, idea, un grupo de datos o de algún objeto de difícil representación. Implica representar de manera gráfica un fenómeno, ya sea estática o dinámicamente, haciendo uso de medios artificiales para representar uno o más comportamientos. En la computación y el diseño con fines de ingeniería la visualización se entiende como la transformación y representación de datos científicos y conceptos abstractos, en imágenes.

##### **3.2.1 ¿Por qué usar la visualización?**

Para procesar grandes cúmulos de información, el cerebro humano está dividido en dos hemisferios, el derecho, que se encarga de los razonamientos, de los cálculos, y hasta del habla, y el izquierdo, que

## FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

analiza las cuestiones más sencillas, las que el ser humano realiza por impulso, o instinto, en este hemisferio recae el análisis de las imágenes, este es más simple y rápido que el de números y letras.

La visualización científica posibilita reconocer patrones de comportamiento de los datos, ver en una sola imagen o en una secuencia de estas una gran cantidad de datos y facilita la comprensión de conceptos, sobre todo de tipo abstracto. Posibilita a las personas la interacción directa con los datos. La visualización puede ser hecha sin mayor dificultad en datos no homogéneos o que no se conozca detalladamente su estructura. La exploración visual es intuitiva, no requiere de complicados conocimientos matemáticos, estadísticos o de otra índole. Otra gran ventaja consiste de la visualización de datos es la gran cantidad de conocimiento que puede ser rápidamente interpretado.

### **3. 3 Visualización de la información recogida en el cuestionario del Control Interno.**

Se hace necesario en las empresas cubanas obtener representaciones del comportamiento de las distintas componentes del Control Interno para luego realizar valoraciones acerca de lo que está bien y lo que se puede ir mejorando día a día. Primeramente se plantean dos casos extremos en los cuales se supone que todos los aspectos planteados en el cuestionario fueron evaluados de Excelente, lo que se traduce en que el funcionamiento de la empresa está en óptimas condiciones. Para representar los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario para el Control Interno de forma visual se debe dar valores numéricos a los criterios cualitativos que en este se reflejan.

Eval.	Excelente		Bien		Regular		Mal		No Procede	
	RNI	RI	RNI	RI	RNI	RI	RNI	RI	RNI	RI
<b>PNI</b>	0,53345	0,61763	0,42508	0,46655	0,12218	0,21077	0,08795	0,08795	0,08795	0,08795
<b>PMI</b>		0,76784		0,53496		0,38537		0,15734		0,08795
<b>PI</b>		0,85391		0,61267		0,46504		0,22441		0,08795
<b>PIF</b>		0,92166		0,72820		0,5		0,27180		0,08795

**Tabla 9. Variantes de escala de la Evaluación para las diferentes situaciones posibles.**

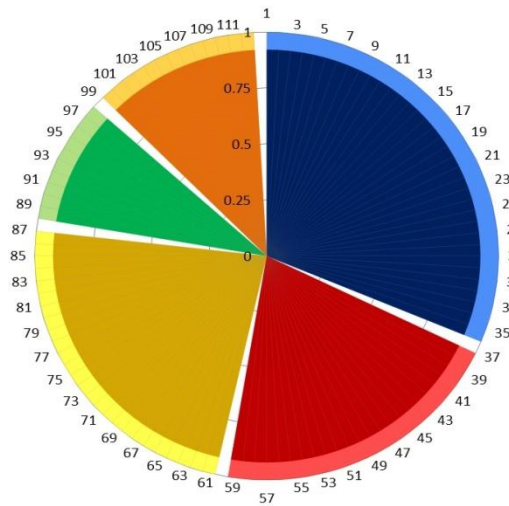
**Caso Extremo #1:** Representación visual de los resultados obtenidos en un Control Interno donde todos los aspectos fueron evaluados satisfactoriamente, además se contaba en la entidad con los procedimientos implementados y funcionales que respaldaba totalmente cada una de las evaluaciones dadas. Como se puede apreciar en la representación visual (*Gráfica 1*), la diferencia entre los valores reflejados en el cuestionario antes de aplicar la Lógica Difusa y luego de aplicar la misma no es muy notoria, debido a que si cada una de las evaluaciones cuenta con un Respaldo Totalmente Confiable que depende de que exista un Procedimiento Implementado y Funcional, pues entonces los datos son mucho más confiables.

**Caso Extremo #2:** Representación visual de los resultados obtenidos en un Control Interno donde todos los aspectos fueron evaluados satisfactoriamente, pero no se contaba en la entidad con los respaldos ni procedimientos pertinentes para confirmar que la información fuera fiel y lo suficientemente confiable. En este caso se puede apreciar la gran diferencia que sufren los valores de las evaluaciones reflejadas en el cuestionario, luego de aplicarle el sistema difuso, al no contar con respaldo ni procedimiento para corroborar la confiabilidad de las mismas, lo cual permite obtener una idea mejorada de la situación real que presenta la empresa partiendo del proceso de Control Interno. (*Gráfica 2*)

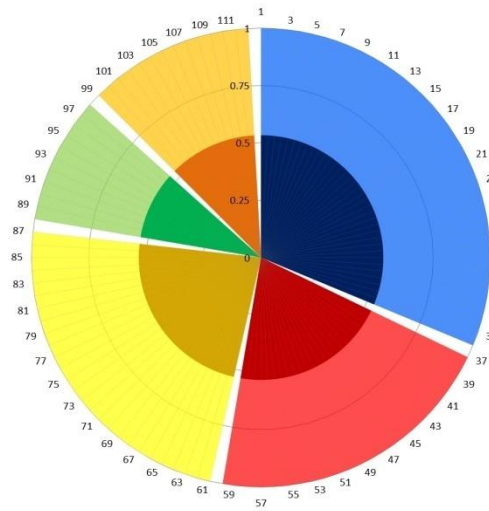
Las gráficas que se muestran a continuación han sido divididas en las 5 componentes están contenidas en el cuestionario utilizado para este proceso. Cada una ha sido representada por un color diferente para una mejor interpretación; también se ha representado de un color más oscuro la información obtenida luego de aplicar la teoría de los conjuntos difusos a cada una de las preguntas en dicho cuestionario, quedando de la siguiente manera:

- Azul: Componente Ambiente de Control. (C1)
- Rojo: Componente Evaluación de Riesgos. (C2)
- Amarillo: Componente Actividades de Control. (C3)
- Verde: Información y Comunicación. (C4)
- Anaranjado: Supervisión y Monitoreo. (C5)





Gráfica 1. Representación visual del Caso 1.



Gráfica 2. Representación visual del Caso 2

### 3.3.1 Patrones que permiten medir el desempeño de la entidad.

La evaluación del desempeño se caracteriza por ser un proceso sistemático y periódico de estimación cuantitativa y cualitativa del grado de eficacia con el que las empresas llevan a cabo las actividades que en ella se desarrollan. Tener Control Interno, es una manera de lograr que en la empresa se adquiera mayor compromiso con la labor diaria, así como mayor capacidad para tomar adecuadamente decisiones, a la vez que incrementa la capacidad para asumir los éxitos y fracasos.

Teniendo en cuenta la definición de Control Interno en el ámbito de las empresas, sus componentes y la forma de llevarlo a cabo, se puede decir que constituye un medio eficaz para determinar el desempeño dentro de la organización.

### Patrones

Un patrón se puede definir a partir de elementos que se repiten de una manera predecible. Puede ser una plantilla o modelo que puede usarse para generar objetos o partes de ellos, especialmente si los objetos que se crean tienen lo suficiente en común para que se infiera la estructura del patrón fundamental, en cuyo caso, se dice que los objetos exhiben un único patrón. Los patrones más básicos, llamados teselaciones; se basan en la repetición y la periodicidad. Una única plantilla, azulejo o célula, se combina mediante duplicados sin cambios o modificaciones. Por ejemplo, osciladores armónicos simples producen

repetidos patrones de movimiento. Otros patrones, como la *teselación de Penrose*<sup>15</sup> y los patrones indios Pongal o Kolam, usan simetría, que es una forma de repetición finita, en lugar de una traslación, que puede repetirse hasta el infinito. Los patrones fractales<sup>16</sup> también utilizan aumentos o escalas que producen un efecto conocido como autosimilaridad o invariancia de escala. Algunas plantas, como los helechos, incluso generan un patrón usando una transformación afín que combina la traslación, con el escalado, la rotación y la reflexión.

La concordancia de patrones es el acto de comprobar la presencia de los componentes de un patrón, mientras que la detección de patrones subyacentes se conoce como el reconocimiento de patrones. La cuestión de cómo surge un patrón es llevado a cabo a través del trabajo científico de la formación de patrones. El reconocimiento de patrones es tanto más complejo cuando las plantillas se utilizan para generar variantes. La informática, la etología y la psicología son ámbitos donde se estudian los patrones.

Mediante la visualización de la información recogida en el proceso de Control Interno es posible obtener y reconocer patrones asociados al desempeño y su evaluación dentro de la entidad, debido a que se representa de manera más entendible la forma en la que se desarrolla la empresa, principales debilidades así como fortalezas, todo asociado a los aspectos recogidos en el cuestionario COSO.

Un patrón de desempeño: Puede definirse como un modelo o un molde que prefigura la forma del objeto o conjunto que lo genera, la cual por lo general no se repite para dos casos distintos, debido a que depende de sus características particulares; haciendo que estas representaciones sean únicas como una huella dactilar.

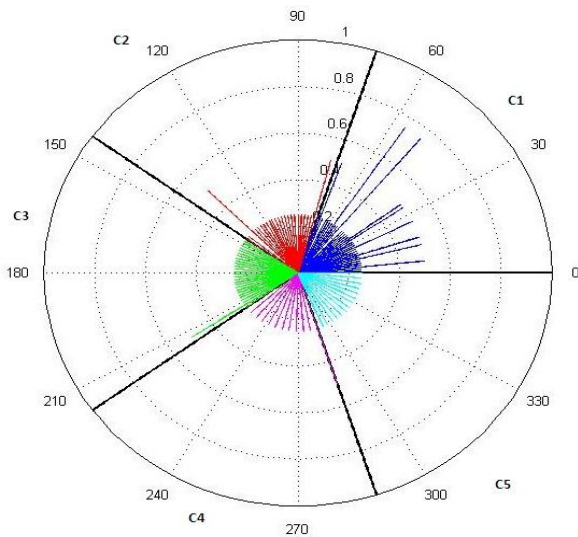
### **Caso 1. Resultados de dos controles internos reales aplicados en una empresa cubana.**

A continuación se describen 2 casos reales que representan períodos distintos en la evolución de una empresa cubana mediante Controles Internos efectuados en la misma.

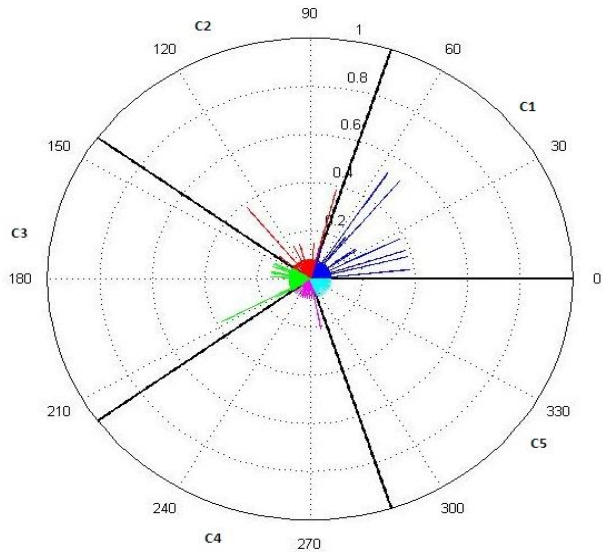
---

<sup>15</sup> Una **Teselación de Penrose** o **suelo de baldosas de Penrose** es una teselación no periódica generada por un conjunto aperiódico de baldosas prototipo nombradas después por Roger Penrose.

<sup>16</sup> Un gráfico temporal de precios en los mercados o una curva representativa de eventos empresariales (Cash-Flow, Ventas, costos, ratios, etc) reciben la denominación de FRACTAL cuando ellas pueden identificarse patrones de formación que se repiten a todas las escalas.

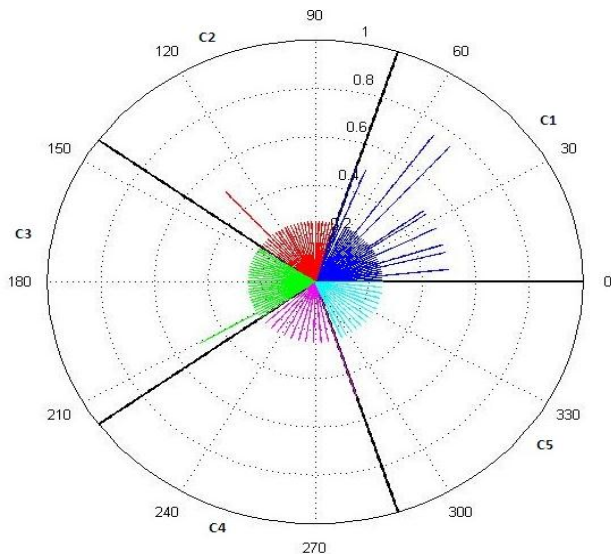


Gráfica 3. Control Interno 1

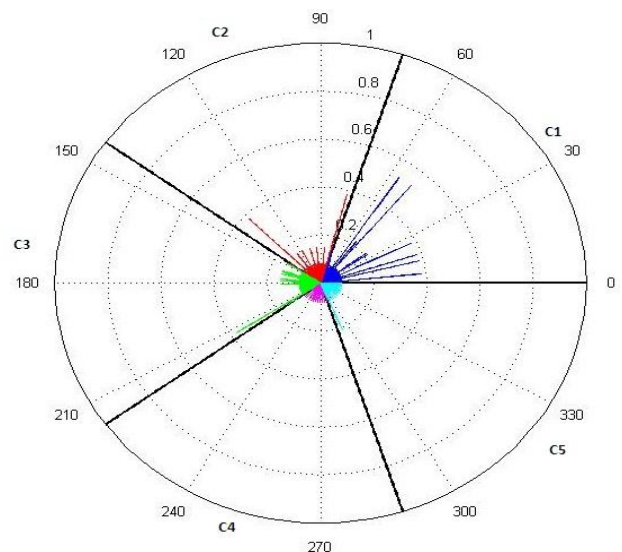


Gráfica 4. Control Interno1 con Fuzzy

Las visualizaciones anteriores representan la información extraída del primer Control Interno al cual se hará referencia. Como se puede observar existe una marcada diferencia entre los datos del cuestionario (Gráfica 3), y estos mismos valores una vez procesados mediante la aplicación de la Lógica Difusa (Gráfica 4), lo cual brinda un acercamiento más preciso al estado de la empresa según lo reflejado en el Control Interno efectuado. Se puede apreciar una considerable disminución en el área de la Gráfica 4 con respecto a la 3, esto se debe a la transformación de los valores mediante el proceso de Fuzzificación-Inferencia-Defuzzificación de la información, en el cual se aplican las reglas Fuzzy de acuerdo con las bases de conocimientos definidas en la propuesta de solución.



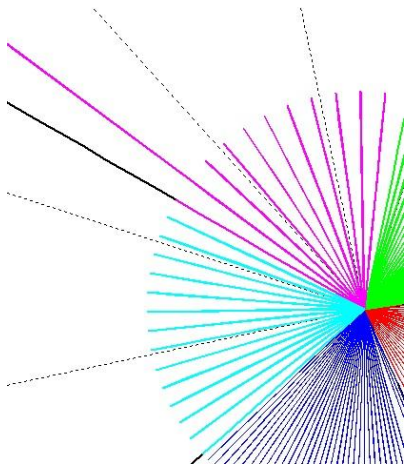
Gráfica 5. Control Interno 2



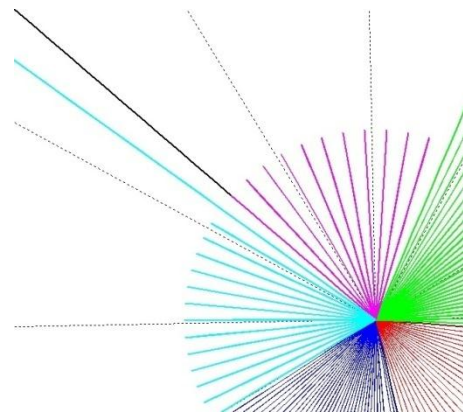
Gráfica 6. Control Interno 2 con Fuzzy

Al analizar las visualizaciones de 2 Controles Internos realizados a esta empresa en períodos de tiempo diferentes pueden notarse irregularidades pero no muy marcadas. En la primera (Gráfica 5) se denotan los problemas que la misma tenía en las diferentes temáticas en e primer período, y luego (Gráfica 6), se observan los resultados obtenidos en el control siguiente; para dar una mejor panorámica del cambio que sufrirían estos datos luego de aplicarle un tratamiento difuso, se han graficado además las mismas situaciones, pero ya con los valores resultantes de este proceso, lo cual permite arribar a varias conclusiones fundamentales con respecto a su importancia para alcanzar una mayor fidelidad de la información contenida en el cuestionario, como son:

- La aplicación del tratamiento difuso arroja datos mucho más reales y confiables.
- Estos datos numéricos permiten que se realicen visualizaciones del desempeño de la entidad. El área de los polígonos representados indica a la empresa, en función a que componentes tiene que dirigir el trabajo para una mayor productividad.
- Analizando las semejanzas entre los controles 1 y 2 se observan regularidades en cuanto a los resultados obtenidos, lo que aporta varias características propias de esta empresa y por tanto se puede reconocer como patrones asociados al desempeño de la misma.



Gráfica 7. Componentes 4 y 5 del Control Interno 1



Gráfica 8. Componentes 4 y 5 del Control Interno 2

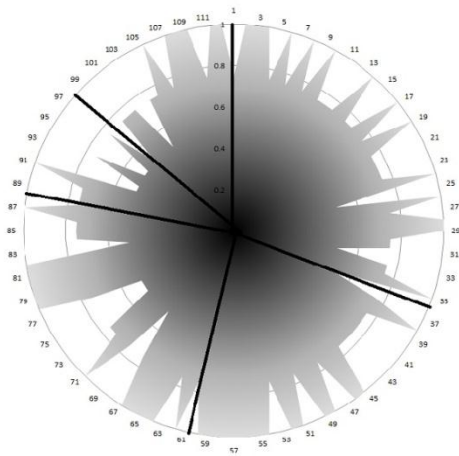
Como se puede observar en un acercamiento de las gráficas 4 y 6 Existe una regularidad en las componentes representadas ( C4"Información y Comunicación" con color magenta y C5"Supervisión y Monitoreo" con color cyan), las cuales se visualizan de forma casi idéntica en dos períodos de tiempo distintos en las que han sido evaluadas, de esto se puede sacar como conclusión que la empresa no ha tenido grandes avances en estos aspectos y por lo tanto se puede decir que sigue un patrón en el desempeño de las funciones abarcadas en las temáticas de la 25 a la 27 del cuestionario.

Teniendo en cuenta las representaciones gráficas, se deduce que la empresa en cuestión presenta un mayor grado de eficacia en las actividades referentes al "Ambiente de Control", no siendo de igual manera con la "Información y Comunicación" y "Supervisión y Monitoreo". Este comportamiento de las componentes se mantiene de forma casi idéntica en cada período en los que se realizaron los Controles Internos que han sido analizados, por lo que se deduce que la entidad se comporta de forma regular, llegando a la conclusión de que sigue un patrón en su desempeño el cual se caracteriza por tener una desviación de su área hacia la componente 1, descuidando el avance de las dos últimas.

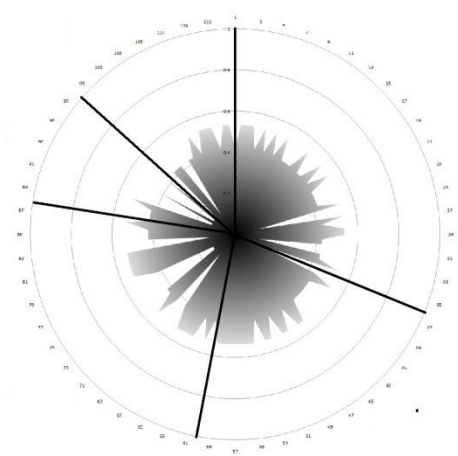
En los casos analizados anteriormente es evidente la importancia de la visualización de la información contenida en los cuestionarios empleados en cada uno de los controles realizados, estos son un "retrato" del estado de la empresa en ese período de tiempo; se puede apreciar que la entidad marcha de una manera similar en uno y otro momento del control, lo que indica una regularidad marcada en su

comportamiento, esto facilita la toma de decisiones en la misma y conocer hacia que aspectos enfocar mayor atención; reafirmando el Control Interno como una acción preventiva.

### Caso2. Resultados del Control Interno aplicado en una empresa cubana.



Gráfica 9. Caso 2 sin Fuzzy



Gráfica 10. Caso 2 con Fuzzy

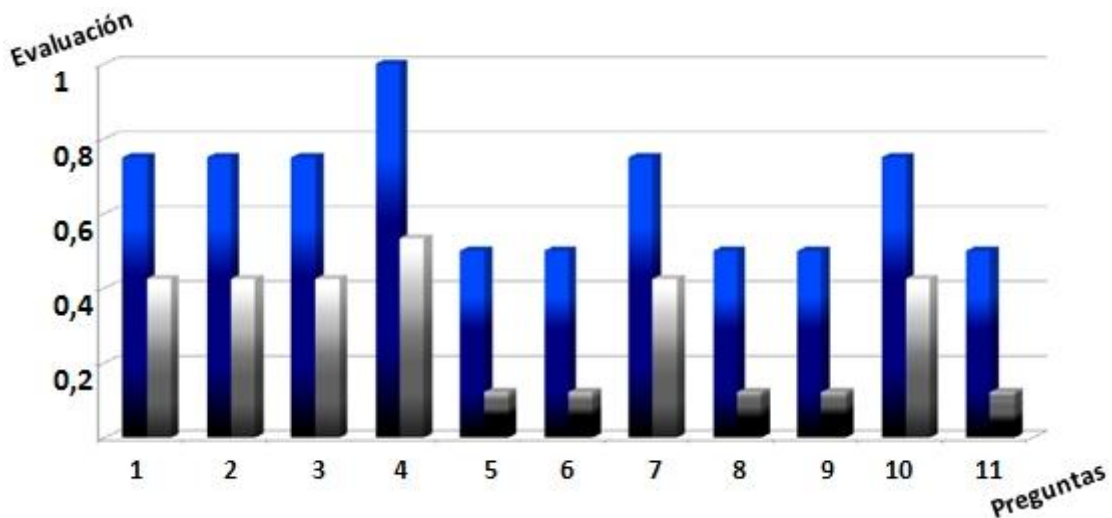
En este caso se aprecian los resultados de un Control Interno aplicado en una institución de la capital, luego de una auditoría en la cual la empresa tuvo muy malos resultados, a pesar de que en el cuestionario las evaluaciones reflejadas en su mayoría son satisfactorias; esto se debe a que la entidad no contaba con los respaldos o procedimientos que dieran soporte a cada una de las respuestas a las preguntas.

Los malos resultados en la auditoría pudieron haber sido evitados haciendo uso del sistema difuso creado como propuesta de solución en el capítulo anterior, mediante el cual se obtienen criterios más fieles del aspecto que está siendo evaluado, haciendo uso de los respaldos pertinentes, así como procedimientos implementados de manera funcional que permitan la obtención de los mismos.

En la visualización (Gráfica 8 y 9) se observa la notoria diferencia que existe entre las evaluaciones sin Fuzzy y con fuzzy, representadas a escala de grises, donde las gradaciones dan idea de los aspectos que peor marchan y en los cuales hay que trabajar en dependencia de la tonalidad oscura o clara que tomen.

Además de poder ilustrar los resultados de manera general, es posible que en la entidad se le aplique un Control Interno a una de las componentes o un departamento específico y no a la empresa completa. Esta situación también es posible representarla graficamente, al igual que las gráficas anteriores se

representan los datos reflejados en el cuestionario con y sin Fuzzy, siendo visualizados en gris y azul respectivamente, las gradaciones en el color representan de una forma más precisa como se comportan las preguntas y en que aspecto hay que hacer más énfasis.



Gráfica 11. Representación visual de la Componente 4. "Información y Comunicación"

### 3.4 Conclusiones Parciales.

Se emplearon diferentes herramientas para obtener una visualización acertada referente al comportamiento de las empresas luego de realizar el Control Interno. Estas visualizaciones son reflejadas mediante patrones de comportamiento que demuestran la veracidad de la información recogida en los cuestionarios del Control Interno basado en el estándar internacional COSO. La información significativa que se representa a través de patrones de desempeño creados, muestra la importancia de efectuar un riguroso tratamiento difuso de los datos mediante la existencia de respaldo o procedimiento, lo que posibilita un grado de certeza mayor de la información a las entidades. Estos resultados alcanzados permiten enfatizar en los puntos en los cuales la empresa debe priorizar una atención diferenciada para lograr una convalecencia en los Controles Internos identificando los aspectos más vulnerables de la misma.

### Conclusiones

- La elaboración de la fundamentación teórica permitió la realización de un estudio exhaustivo de los temas referentes al Control Interno, sus componentes, estándares y evolución; así como la evolución de la Soft Computing, los conceptos y técnicas que la integran.
- Se realizaron estudios de diversas herramientas relacionadas con la Lógica Difusa y que pueden ser utilizadas para el tratamiento inteligente de los datos.
- La propuesta de solución permitió realizar el tratamiento difuso de los valores cualitativos reflejados en el cuestionario para el Control Interno. Con el uso de la herramienta informática XFuzzy 3.0 se pudo crear sistemas difusos a partir de la información recogida en los cuestionarios y obtener valores, que, luego de ser procesados y aplicadas las reglas definidas de acuerdo con las bases de conocimientos asociadas al tema, brindaron un valor totalmente diferente a los valores iniciales y más fiel, útil y significativo para el ámbito empresarial y la toma de decisiones en la misma.
- Se logró obtener representaciones visuales mediante gráficos relacionadas con los datos obtenidos en el cuestionario del informe COSO antes y luego de la realización del tratamiento difuso de estos datos asociados al mismo.
- Se logró crear patrones de desempeño relacionados con los resultados obtenidos y a su vez realizar un análisis de estos para conocer los aspectos más críticos o destacados de la institución a la cual se le aplicó el Control Interno.



### Recomendaciones

- Continuar profundizando el estudio de la herramienta XFuzzy.
- Ampliar las funcionalidades de la herramienta XFuzzy para brindar mayores prestaciones a los usuarios que decidan hacer uso de la misma.
- Desarrollar el diseño e implementación de un software que se encargue de automatizar todo el proceso de Control Interno en las empresas.
- Continuar el estudio de la Lógica Difusa y sus aplicaciones al ámbito empresarial.

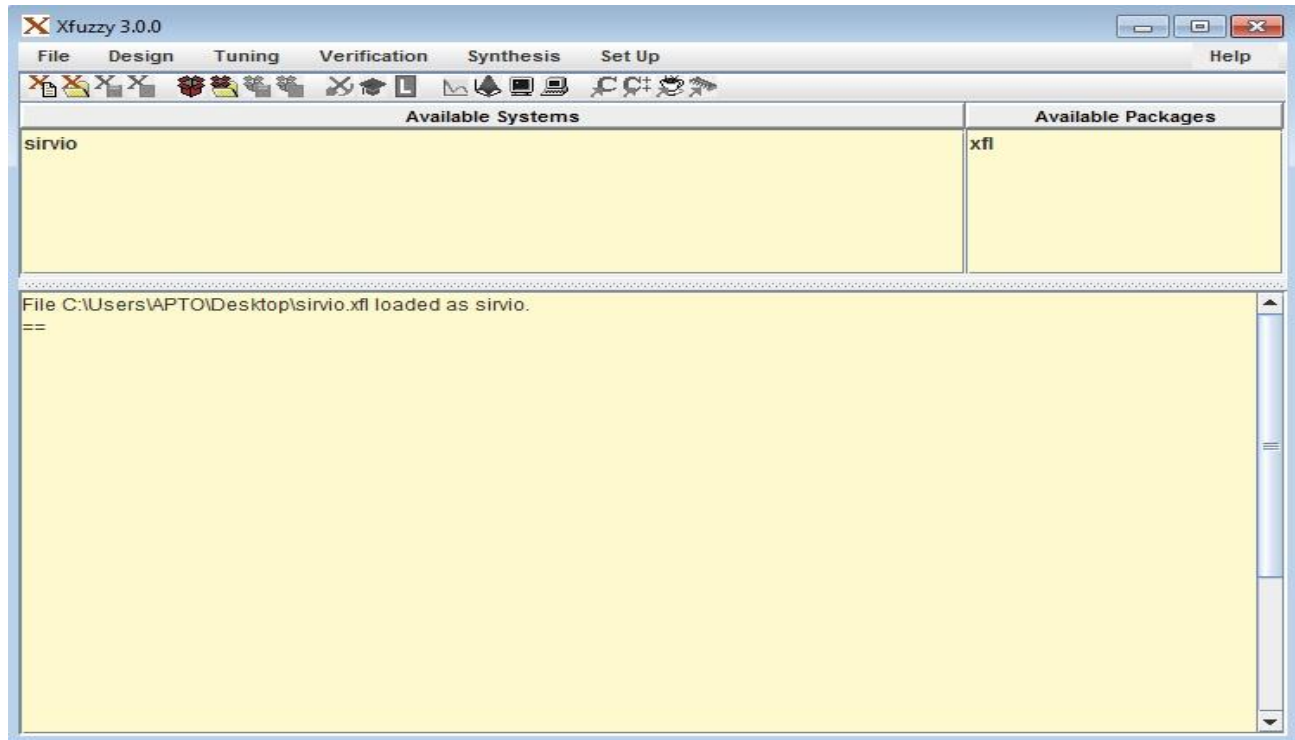
## Referencias Bibliográficas

- A., Román. 2003.** “Sistema de información en la Toma de Decisiones para la gestión”. s.l. : Gestión Hospitalaria, 2003. Vol. 14. pp 145-147.
- Atanassov, K.T. 1986.** “Intuitionistic Fuzzy Sets”. *Fuzzy Sets Systems. Elsevier Science Publishers B.V.* North Holland : pp.87-96, 1986.
- Calderin, L. M. 2000.** “El Control Interno : Un medio eficaz para la toma de decisiones en el control de la gestión.” Universidad de Cienfuegos, Cuba: Ciencias Contables.
- COSO. 2003.** *Modelización Matemática y Ciencia Experimental. Mecánica Computacional.* 2003
- COSO. 2004.** “Enterprise Risk Management —Integrated Framework. Executive Summary”. COCO. [En línea] Septiembre de 2004. [Citado el: 18 de Julio de 2010.] [www.aicpa.org](http://www.aicpa.org) .
- COSO. 2009.** “Supports Integration of Strategy and Enterprise Risk Management”. [En línea] Noviembre de 2009. [Citado el: 18 de Julio de 2010.] [www.coso.org](http://www.coso.org).
- COSO). 2010.** “Financial fraud at U.S. public companies often results in bankruptcy or failure, with significant immediate losses for shareholders and penalties for executives”. *COSO (Committee Of Sponsoring Organizations)*. [En línea] 2010. [Citado el: 18 de Julio de 2010.] [www.coso.org](http://www.coso.org).
- Cuba. 2009.** *Ley No. 107 "De la Contraloría General de la República"*. La Habana : s.n., 2009.
- Derrac, J., A. Fernández. 2004.** . *KEEL: Una herramienta software para el análisis de sistemas difusos evolutivos*. Universidad de Granada , España : s.n., 2004. .
- Espín, R., E. Fernández. 2007.** “A fuzzy approach to cooperative n-person games.”. s.l. : European Journal of Operational Research 176, 2007. pp- 1735-1751.
- Fernández, L. V. 2009.** "Control Interno y formación de competencias profesionales." [En línea] 2009. [Citado el: 30 de Abril de 2011.] [www.sabetodo.com](http://www.sabetodo.com).
- Hagen, H...et.al. 1997.** *Report of the 2nd Dagstuhl Seminar on Scientific Visualization*. Germany : s.n., 1997.
- Hernández, R.A. 2002.** “El paradigma cuantitativo de la investigación científica”. Cuba : EDUNIV. Editorial Universitaria, 2002. ISBN: 959-16-0343-6..

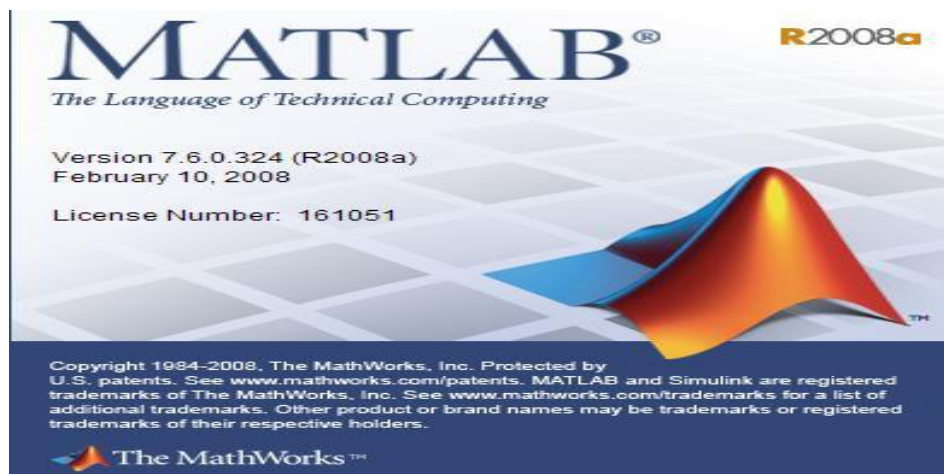
- Hernández-Sampieri. 2006.** *“Metodología de la Investigación. Enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto”*. México : Mc Graw Hill Interamericana, 2006. ISBN 970-10-5753-8..
- Hevesi, Alan G. 2005.** *Standards for Internal Control in New York State Government*. New York : s.n., 2005.
- Jacovkis, P.M. 2004.** *Computadoras, Modelización Matemática y Ciencia Experimental. Mecánica Computacional*. 2004. Vol. XXIII. pp. 2747-2758.
- Kaufman, A. and J. G. Aluja. 1993.** *Introducción a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas*. Santiago de Compostela, Velograf S.A. España : s.n., 1993.
- Konaté, Dialla. 2006.** *Proceedings of International Workshop of Mathematical Modeling, Simulation, Visualization and e-Learning. Rockefeller Foundation’s Bellagio Conference Center*. Milan, Italy : s.n., 2006.
- Li., X., D. Ruan. 1998.** *“Discussion on soft computing at FLINS’96.”*. s.l. : International Journal of Intelligent Systems, 1998. Vol. 13. pp 287-300.
- Martínez, I. G., Bello. R. 2002.** *Un Sistema Basado En Casos para la Toma de Decisiones en Condiciones de Incertidumbre*. Villa Clara, Cuba : Revista Investigación Operacional., 2002. Vol. 23.
- Morales-Luna, G. 2002.** *Introducción a la Lógica Difusa*. México : Centro de Investigación y Estudios Avanzados, 2002.
- Pereira, Mireya. 2009.** *“La Técnica de Razones y su vínculo con el Control Interno y la Auditoría de Gestión”*. La Habana : Revista de la Facultad de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de la Habana, 2009. ISSN 2073-6061.
- Ríos, Y. L. 2008.** *“Propuesta de un Sistema de Información para el Control Interno.”* Ciudad Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Ruspini, Enrique. 2010.** *Ciencias Cognitivas y Educación*. [En línea] 18 de Febrero de 2010. [Citado el: 15 de Abril de 2011.] cienciasce.blogspot.com.
- Silva, C. ...et.al. 2002.** *Out-Of-Core Algorithms for Scientific Visualization and Computer Graphics*. Boston : Course Notes for IEEE Visualization., 2002.

- Toledo, J. C. 2003.** "El Control Interno de la administración: modernización de los sistemas como una emergencia". Panamá : Memorias CD-ROM del VIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública., 2003.
- Treadway J.C. 1987.** Report of the Nacional Comisión on Fraudulent Financial Reporting . *COSO Report*. [En línea] 1987. [Citado el: 15 de Enero de 2010.] [www.coso.org/Publications/NCFFR.pdf](http://www.coso.org/Publications/NCFFR.pdf).
- Vicente, I. D. 2009.** *Lógica borrosa*. Universidad Carlos III, Madrid, España. : s.n., 2009.
- Vizcaíno, A. F. 2005.** " *Segundo Programa de preparación económica para los cuadros: Control Interno*". La Habana. Cuba: Centro de Estudios Contables Financieros y de Seguros.
- Winston, P. H. 1994.** *Inteligencia Artificial*,. Iberoamericana : Adison Wesley Publishing, 1994.
- XFuzzy-team. 2003.** *Herramientas De CAD Para Lógica Difusa IMSE-CNM*. España : s.n., 2003.
- Y., Lichilín; Y., Rodríguez. 2008.** "Propuesta de un Sistema de Información para el Control Interno". La Habana : Águeda L. García Martín-Tutor, Trabajo de Diploma. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008.
- Zadeh, L.A 1997.** "Prólogo del libro "Neuro-Fuzzy and Soft Computing" . [aut. libro] Sun C.T. Mizutani E. Prentice-Hall Jang J.S. R. s.l. : ISBN 0-13-261066-3, 1997.
- Zadeh, L. A. 1994.** "Soft Computing and Fuzzy Logic". s.l. : IEEE Software, 1994, Vol. 11.
- Zadeh,L.A. 1968.** "Probability Measures of Fuzzy Events". *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. s.l. : pp 421-427, 1968, Vol. 23.

## Anexos



Anexo 1. Ventana principal de la herramienta XFuzzy.



Anexo 2. Ventana de inicio del MatLab.

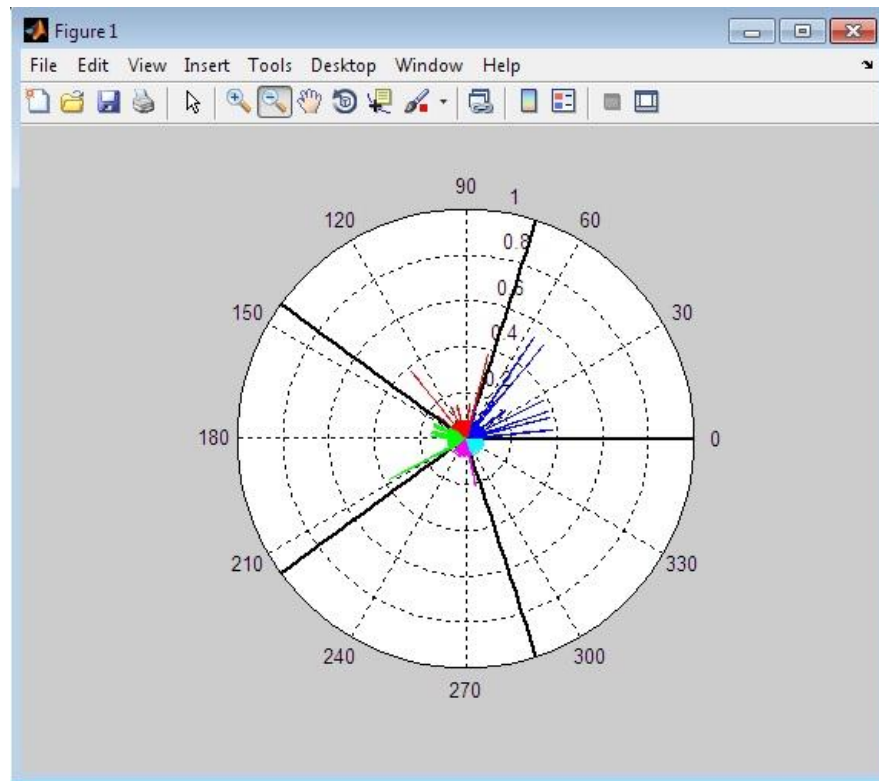
## Evaluación realizada en una empresa cubana.

## Componente Ambiente de Control.

## Temática 1: Integridad y valores éticos.

AMBIENTE DE CONTROL	Evaluación				Respaldo		Procedimiento			
	E	B	R	M	Re	Rne	Noi	Mi	I	If
<b>1.Integridad y valores éticos</b>										
1.1 Existen y están en aplicación los códigos de conducta y otras políticas donde se considere la práctica de la entidad y los niveles esperados de comportamiento ético y moral. (Si existe, por favor, adjuntar evidencia de estos documentos).				x		x		x		
1.2. La dirección constituye un buen ejemplo para todo el colectivo e indica claramente lo que está bien y lo que está mal.				x		x	x			
1.3. La honestidad y la ética prevalecen en las políticas establecidas para el trato con los trabajadores, clientes, proveedores, aseguradores, competidores, financistas e inversores, deudores y acreedores en general, etc.				x		x	x			
1.4. Se toman medidas correctivas en respuesta a las desviaciones de las políticas y procedimientos o ante las violaciones del código de conducta. Dichas medidas se divulgan internamente para que sean del conocimiento de todo el personal de la organización.			x		x			x		
1.5. Están establecidos los mecanismos para garantizar un procesamiento adecuado de las transacciones o hacia la posibilidad de eludir el sistema haciendo caso omiso de los controles establecidos.				x		x	x			
1.6. Existe presión para cumplir con los objetivos de rendimientos posibles, especialmente en lo referente a resultados a corto plazo.				x		x	x			

Anexo 3. Fragmento del cuestionario utilizado en el caso real 1 Control Interno



Anexo 2. Gráfica en MatLab

### Glosario

1. **Borroso:** Que no se ve o no se distingue claramente.
2. **Cardinalidad:** Cantidad de elementos entre los valores mínimos y máximos.
3. **Certidumbre:** Conocimiento seguro de la verdad de algo. Pleno entendimiento, plena seguridad. Seguridad, certeza, evidencia, convicción, convencimiento.
4. **Comportamiento:** El comportamiento se refiere a acciones de las personas, un objeto u organismo, usualmente en relación con su entorno o mundo de estímulos.
5. **Control:** La palabra control proviene del término francés *contrôle* y significa comprobación, inspección, fiscalización o intervención. También puede hacer referencia al dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema.
6. **Cualitativo:** Lo cualitativo es aquello que refiere a la cualidad o calidad de una entidad. El análisis cualitativo es aquel que refiere a los aspectos de calidad, valor o ponderación de un objeto, individuo, entidad o estado.
7. **Cuantitativo:** Adjetivo que pertenece a la cantidad o se relaciona con ella. Existe por oposición, al análisis cualitativo, el análisis cuantitativo, que se emplea para determinar la cantidad de un ingrediente, elemento o variable en una entidad dada.
8. **Dato:** Unidad mínima de información, sin sentido en sí misma, pero que adquiere significado en conjunción con otras precedentes de la aplicación que las creó.
9. **Decisión:** Del latín *decisio*, es una determinación o resolución que se toma sobre una determinada cosa. Por lo general la decisión supone un comienzo o poner fin a una situación; es decir, impone un cambio de estado. **Decidir:** formar juicio definitivo sobre un asunto, controversia, etc.
10. **Desempeño:** Realización, por parte de una persona, un grupo o una cosa, de las labores que le corresponden. Realización de las tareas propias de un trabajo.
11. **Difuso:** Impreciso, borroso, poco claro.
12. **Interno:** Que está dentro de algo o de alguien, que sucede, se manifiesta o se aplica en el interior de una cosa o una persona.
13. **Herramienta:** Es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea que requiere de una aplicación correcta de métodos y estrategias para su correcto uso permitiendo obtener resultados positivos.
14. **Información:** Es un conjunto organizado de datos, que constituye un mensaje sobre un cierto fenómeno o ente. La información permite resolver problemas y tomar decisiones, ya que su uso racional es la base del conocimiento.
15. **Lógica:** La lógica es la ciencia que expone las leyes, modos y formas del conocimiento científico. Se trata de una ciencia formal que no tiene contenido, sino que se dedica al estudio de las formas válidas de inferencia.
16. **Patrón:** Conjunto de elementos que forman un unidad diferenciada y que se repiten a lo largo del tiempo, por lo que pueden tomarse como modelo o punto de referencia.