

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



SISTEMAS EXPERTOS EN LÓGICA DIFUSA PARA EL PROCESO DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PERSONAL

Caso: “Art.Style I.T.”

Por

Freddy Roberto Linarez Mendoza

Tutor: Lic. Martha Heredia

Proyecto de grado presentada para la obtención del Grado de
Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

La Paz - Bolivia

2017

AGRADECIMIENTOS

La elaboración del presente trabajo es gracias a la sabiduría y fortaleza que Dios provee a todos sus hijos.

Agradecer con todo amor y respeto a mis padres Bruno Linarez Bozo y Rosmeri Mendoza de Linarez quienes con su apoyo y comprensión me incentivaron a culminar mis estudios.

Finalmente agradecer la estrecha colaboración de las personas que contribuyeron de alguna forma a la elaboración del presente Proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

I. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Planteamiento del Problema	2
1.4. Formulación del Problema	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Justificaciones	6
1.6.1. Justificación Teórica	6
1.6.2. Justificación Metodológica	7
1.6.3. Justificación Práctica	7
1.6.4. Justificación Social	7
1.6.5. Justificación Económica	8
1.7. Límites, Alcances y aportes	8
1.7.1. Límites	8
1.7.2. Alcances:	9
1.7.3. Aportes	9
1.8. Modelos y Herramientas	10
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Actividades de un Sistema de Información	12
2.1.1. Factores del Entorno de un Sistema de Información	13
2.1.2. Diferentes Sistemas de Información en la Pirámide Organizacional de una Empresa	13
2.1.2.1. Sistemas a nivel operativo	14
2.1.2.2. Sistema de nivel de Conocimientos	14
2.1.2.3. Sistemas a nivel Administrativo	14

2.1.2.4.	Sistema a nivel estratégico	14
2.1.3.	Tipos Principales de Sistemas	15
2.1.3.1.	Sistema de soporte para la toma de Decisión	15
2.1.3.2.	Sistemas de soporte para la toma de Decisión grupo	15
2.1.3.3.	Sistemas de trabajo con conocimientos	16
2.1.4.	Ubicación de los sistemas de información dentro de la Empresas.	17
2.1.4.1.	Uso de los Sistemas de Información Dentro de una Empresa	18
2.2.	La Inteligencia Artificial	18
2.2.1.	Ramas de la Inteligencia Artificial.	19
2.2.2.	Inteligencia Artificial convencional.	20
2.2.3.	Inteligencia Artificial Computacional.	20
2.2.4.	Aplicación de la IA en el proceso de selección de personal.	20
2.3.	Los Sistemas Expertos	21
2.3.1.	Introducción	21
2.3.2.	Estructura básica de un sistema experto	23
2.3.2.1.	Base de Conocimientos	23
2.3.3.	Aplicaciones de los Sistemas Expertos	25
2.3.4.	Desarrollo de un sistema experto	27
2.3.5.	La metodología COMMONKADS para ingeniería del conocimiento	29
2.3.6.	Sistemas expertos con lógica difusa	30
2.4.	Lógica Difusa	31
2.4.1.	Introducción	31
2.4.2.	Definición de lógica difusa	31
2.4.3.	Conjuntos Difusos y Variables lingüísticas	34
2.4.3.1.	Conjunto difuso	34
2.4.3.2.	Definición de conjunto difuso	36
2.4.3.3.	Componentes del conjunto difuso	37
2.4.3.4.	Operaciones de Conjuntos Difusos	38
2.4.3.5.	Representación de conjuntos difusos	39
2.4.3.6.	Control Difuso	40
2.4.3.7.	Modelos Difusos	42
2.4.3.8.	Base de reglas difusas	42
2.4.4.	Variables Lingüísticas	45

2.4.4.1.	Funciones de membresía	47
2.4.4.2.	Razonamiento Aproximado	50
2.4.4.3.	Inferencia Difusa	51
2.4.5.	Inferencia de Mamdani	51
2.4.6.	Formulación Matemática teoría de conjuntos	52
2.4.7.	Procedimiento de aplicación fuzzy.	55
2.4.8.	Función de pertenencia Trapezoidal	60
2.5.	Reclutamiento y selección	61
2.5.1.	Planeación de reclutamiento y selección del personal	63
2.5.2.	Introducción al Reclutamiento y selección	64
2.5.3.	Reclutamiento	64
2.5.4.	Proceso de selección de personal	65
2.5.5.	Procedimiento para el proceso de selección de personal.	65
2.5.6.	Análisis de puestos.	67
2.5.6.1.	Base para el reclutamiento y selección de personal.	68
2.5.7.	La especificación del puesto.	69
2.5.8.	Prácticas de reclutamiento:	70
2.5.9.	Componentes básicos del reclutamiento	71
2.5.10.	Acciones que deben realizar antes de iniciar las actividades de reclutamiento.	72
2.5.10.1.	Reclutamiento interno, externo.	72
2.5.10.2.	Métodos que se utilizan en el reclutamiento interno:	73
2.5.10.3.	Reclutamiento externo.	73
2.5.10.4.	Ventajas del Reclutamiento Externo:	74
2.5.10.5.	Desventajas del Reclutamiento Externo:	75
2.5.11.	Factores y Métodos del Reclutamiento Externo	75
2.5.12.	Procedimiento de reclutamiento en forma grafica	76
2.5.13.	La importancia del curriculum vital	78
2.6.	Estudio sobre el proceso de reclutamiento y selección del personal	81
2.6.1.	Página web de la empresa.	85
2.7.	Proceso Racional Unificado	85
2.7.1.	Introducción RUP	85

2.7.2.	Características de RUP	86
2.7.2.1.	Principios de desarrollo	87
2.7.3.	El ciclo de vida de RUP	88
III.	MARCO REFERENCIAL	90
3.1.	Recopilación de datos	90
3.1.1.	Entrevista a expertos del área de RRHH	90
3.2.	Análisis preliminar del proyecto	90
3.2.1.	Modelo y procedimiento actual	90
3.2.2.	Diccionario del modelo de procesos del modelo actual.	91
3.2.3.	Diagrama IDEF-0	93
3.2.3.1.	Diccionario del modelo de procesos del modelo actual.	94
3.2.4.	Propuesta final de solución	95
3.2.5.	Diagrama IDEF-1	97
3.2.5.1.	Diccionario del modelo de procesos. Esquema de solución tecnológica	98
3.3.	Diseño del proyecto	99
3.3.1.	Introducción al diseño del proyecto	99
3.3.2.	Diagrama de bloques del sistema experto	101
3.3.3.	Propuesta principal (RUP)	102
3.3.4.	Proyecto del sistema	104
3.3.5.	Diagrama de secuencias Cu-B, Cu-C, Cu-D. Cu-F, Cu-G	109
3.3.6.	Diagrama de secuencias postulante	110
3.3.7.	Diagrama de paquetes	110
3.3.8.	Diagrama de comunicación	111
3.3.9.	Diagrama de Lógico Base de Datos	112
3.3.10.	Diagrama tecnológico - Esquema	113
IV.	PROPUESTA DEL MODELO DIFUSO	114
4.1.1.	Resumen del proceso de inferencia difusa	114
4.1.2.	Variables de entrada y etiquetas lingüísticas	115
	Variable	116
4.1.3.	Determinación de los subconjuntos difusos del proyecto	118
4.1.4.	Variables de Salida	128

4.1.5.	Consideración adicional en la construcción de la base de reglas	132
4.2.	Diseño del proyecto (Lógica Difusa)	133
4.2.1.	Comportamiento de las variables difusas	135
4.2.2.	Esquema global de aplicación al proceso de selección	136
4.2.3.	Esquema global de aplicación de reglas con nodos inteligentes	138
V.	FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA	139
5.1.	Análisis de costo y beneficio	146
5.1.1.	Costo de reclutamiento	146
5.1.2.	Costos del Desarrollo del Sistema.	149
5.1.3.	Análisis de la estructura de relación de los beneficios esperados	150
5.1.4.	Beneficios	151
5.1.5.	Reducción de tiempo	152
5.1.6.	Beneficios Intangibles	153
5.1.7.	Beneficios de reclutamiento en Red	153
5.1.8.	Factibilidad comparando sistema antiguo y con software diseñado.	154
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
6.1.	Conclusiones respecto a los objetivos específicos	157
6.2.	Conclusiones respecto al objetivo general	158
6.3.	Recomendaciones	158
VII.	BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA	162

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Sistemas de información</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 2 Pirámide Organizacional de una Empresa</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 3 Sistemas a nivel de conocimiento dentro de las empresas</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 4 Sistemas de Organización</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 5 Estructura básica de un sistema experto</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 6 Aplicación de los SE</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 7 Etapas en el desarrollo de un Sistema Experto</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 8 Etapas de un SE</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 9 Modelo COMMONKADS</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 10 Comparación LD Y LC</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 11 Función de pertenencia para determinar</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 12 Descripción de conjuntos fuzzy (abajo) de difucidad en</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 13 Sistema Basado en Lógica Difusa, bloque de inferencia</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 14 Operaciones conjuntos difusos</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 15 Uso del modificador muy en los conjuntos bajo y alto</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 16 Estructura de un controlador difuso</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 17 Inferencia de selección monotonía</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 18 Algunos modificadores y su representación gráfica y matemática.</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 19 Función de Membresía</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 20 Función de Pertenencia</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 21 Función de Pertenencia Difuso</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 22 Función de Pertenencia Difuso</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 23 Función, grafico fuzzy</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 24 Función de membresía única para un universo de discurso</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 25 Varias funciones de membresía para un solo universo de discurso.</i>	<i>55</i>

<i>Ilustración 26 Proceso general de una aplicación fuzzy</i>	56
<i>Ilustración 27 Máquina de inferencia fuzzy.</i>	56
<i>Ilustración 28 Fuzzy Logic – utilizando Matlab</i>	58
<i>Ilustración 29 Sistema Sugeno , procesamiento general</i>	59
<i>Ilustración 30 Función de pertenencia trapezoidal</i>	61
<i>Ilustración 31 Planeación y análisis reclutamiento y selección</i>	62
<i>Ilustración 32 Procedimiento de reclutamiento en forma gráfica.</i>	76
<i>Ilustración 33 Proceso de selección</i>	77
<i>Ilustración 34 Proceso de selección</i>	77
<i>Ilustración 35 La importancia del currículo</i>	78
<i>Ilustración 36 Estructura del currículum</i>	79
<i>Ilustración 37 La importancia del currículum</i>	80
<i>Ilustración 38 Avance del reclutamiento a través de Internet</i>	83
<i>Ilustración 39 Ciclo de vida de RUP</i>	89
<i>Ilustración 40 : Esquema de nivel - 0</i>	91
<i>Ilustración 41 Esquema de nivel 1</i>	93
<i>Ilustración 42 Esquema de solución Tecnológica</i>	95
<i>Ilustración 43 Esquema de solución tecnológica</i>	97
<i>Ilustración 44 Diagrama RUP</i>	102
<i>Ilustración 45 Matlab variables de entrada</i>	119
<i>Ilustración 46 Matlab variables de entrada</i>	119
<i>Ilustración 47 : Formación permanente</i>	121
<i>Ilustración 48 Habilidades</i>	123
<i>Ilustración 49 Especialización - labora</i>	125
<i>Ilustración 50 Variables de salida</i>	128
<i>Ilustración 51 Reglas – de salida</i>	130
<i>Ilustración 52 Visualización de las reglas difusas en matlab</i>	133

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1 Análisis Costo – recursos humanos</i>	<i>147</i>
<i>Cuadro 2 Tiempo de respuesta al requerimiento</i>	<i>148</i>
<i>Cuadro 3 Detalle de los costos</i>	<i>149</i>
<i>Cuadro 4 Análisis de la estructura de relación de los beneficios</i>	<i>151</i>

I. MARCO REFERENCIAL

1.1. Introducción

El presente proyecto de grado está dirigido a dar soporte a la toma de decisiones con los expertos del área, destinado a las Empresas, Instituciones, Organizaciones proponiendo un sistema moderno en tecnología de información para dar solución al reclutamiento y selección del personal, que permita a la mencionadas empresas tener un capital humano fuerte para poder así ser competitivos en un mercado que cada vez se vuelve más exigente.

1.2. Antecedentes

Actualmente las Empresas emplean el proceso de reclutamiento de personal para atraer candidatos potenciales, pues hoy en día es común que algunas Empresas solo reciban sus currículos a través de correo electrónico¹.

En este mundo que cada día se vuelve más competitivo y más demandante las empresas buscan ser más productivas, para esto se necesita de tecnología, calidad,. A medida que el capital humano cobra más importancia en las organizaciones, éstos se vuelven más complejos, más exhaustivos y se tiende a una mayor profesionalización del departamento de recursos humanos ²

Las cualidades de los empleados, tales como sus conocimientos, habilidades, entusiasmo, satisfacción en trabajo e iniciativa para generar

¹ Martha Alicia Alles, ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS , Editorial LUX (2000)

² Montes & González, 2010, pág. 1

riqueza, tienen un gran impacto en la productividad de la organización, en su nivel deservicio al cliente, en su reputación y en su competitividad en el ambiente organizacional,³ por lo tanto en las organizaciones actuales debe considerarse al Proceso de Selección de Personal como uno de los procesos más importantes del área de Recursos Humanos.

Para tomar decisiones, la persona necesitaría analizar y evaluar gran cantidad de información relacionada con la situación. Como esto sobrepasa la capacidad individual para recopilar y analizar, la persona emplea “supuestos” para toma decisiones, es decir, premisas que asume subjetivamente y en las cuales basa su elección. Las decisiones, por tanto, se relacionan con una parte de la situación o con algunos aspectos de ella⁴,

1.3. Planteamiento del Problema

Los procedimientos de selección de persona que hace Art Style I.T. tienen como objetivo evaluar las características y circunstancias de los candidatos a un puesto de trabajo para elegir, entre una multitud, a la persona que más se adapte al perfil profesional que necesita la empresa para cubrir dicho puesto.

En este punto es importante resaltar que no se suele elegir al mejor candidato en términos absolutos, sino al que más y mejor se ajuste a las características del puesto solicitado.

Dado que los procesos de selección son un procedimiento bastante complejo y especializado, además de difíciles y costosos de llevar a cabo, un proceso de selección mayormente de entrevista

³ Ceruto at al 2009, Editorial lux

⁴ Chiavenato 2000 “Racionalidad Limitada”

Independientemente de que dicho proceso sea subcontratado o realizado por la propia organización, normalmente suele hablarse cuatro fases en un proceso de selección de personal.

Preselección

El número de candidatos que se presenta a una oferta de trabajo es bastante elevado, por lo que es necesario hacer una criba inicial que haga que el proceso se menos largo y costoso. El objetivo no es otro que reducir el número de candidatos a una cantidad adecuada para realizar las distintas pruebas programadas a posteriori.

La forma más común de hacer esta preselección es basándose en los currículum vitae de los candidatos. En esta primera criba deben descartarse a los candidatos que no cuenten con la formación adecuada necesaria para el puesto de trabajo o cuya experiencia profesional no sea suficiente. La preselección es difícil y ha de asumirse el riesgo de descartar a candidatos que podría encajar bien en nuestra oferta de trabajo, en todo caso se emplea a la persona más adecuada para la característica del trabajo a realizar.

Realización de pruebas

Los candidatos que han superado la fase anterior suelen ser convocados para realizar una serie de pruebas. En ocasiones, lo primero que se hace es una entrevista preliminar para establecer un primer contacto, aunque lo normal es que se pase directamente a la realización de las pruebas.

Los principales tipos de pruebas que se suelen llevar a cabo son test programación con los que determinar las aptitudes y la personalidad del candidato, pruebas con el puesto en cuestión, pruebas de conocimientos sobre temarios preestablecidos

Entrevistas

Gracias a las pruebas anteriores habremos conseguido reducir el número de candidatos a nuestra oferta de trabajo a una cantidad más óptima. Llegados a este punto procede conocerlos de forma individual atendiéndoles en una entrevista personal. El objetivo no es otro que corroborar que la información que se ha obtenido sobre el candidato en las pruebas anteriores es correcta.

Además, las entrevistas son utilizadas para conocer la disposición de los candidatos al puesto de trabajo una vez que se le ha proporcionado más información sobre el mismo (tareas a realizar, horario, salario, etc).

Fase final

Tras la fase de entrevistas el número de candidatos se ha reducido al mínimo exponente, por lo que ha llegado el momento de elegir a la persona o al grupo de personas que se incorporarán. Para ello, ha de tenerse en cuenta toda la información recopilada durante las tres fases anteriores y ser lo más objetivo posible.

Los posibles problemas detectados son:

- Demora en el tiempo establecido para revisar los diferentes documentos que llegan para la evaluación del candidato, dificultando el proceso con incidencia en tiempo y costos.
- Seguimiento dificultoso en la base de datos que permita establecer información de postulantes y sus evaluaciones.
- Dificultad en el acceso de la información aplicado al reclutamiento y selección de personal.
- Dificultad en el reclutamiento interno dentro de la institución.

El principal problema es que al analizar el proceso de selección de personal, los responsables debido al contexto y la gran cantidad de información para analizar sobre las cualidades de los empleados, en ocasiones dejan de

lado aspectos importantes que pueden afectar tan delicado proceso, ya que las personas se comportan racionalmente solo en función de aquellos aspectos de la situación que consiguen percibir y conocer, a este fenómeno se le denomina racionalidad limitada⁵.

El problema que se intentará a tocar con este proyecto de grado será optimizar el proceso de selección del personal para dar continuidad a la tecnología.

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo se puede mejorar el reclutamiento y selección personal de Empresa Art.Style I.T. Dirigida a los especialistas del área de Recursos humanos basados en las tecnologías modernas de información?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

“Diseñar un sistema experto basado en lógica difusa destinado al proceso de reclutamiento y selección de personal para la Empresa Art.Style I.T., con el fin de facilitar la toma de decisiones en las áreas de recursos humanos.”

1.5.2. Objetivos Específicos

A continuación se detallarán algunos de los objetivos específicos:

- A través de los expertos, identificar, diagnosticar, el reclutamiento y selección personal mediante entrevistas, cuestionarios y material existente para establecer el modelo difuso destinado al presente proyecto académico.

⁵ Chiavenato 2000 “Racionalidad Limitada”

- Automatización del proceso de Reclutamiento y Selección disminuyendo tiempo en el proceso de reclutamiento y selección.
- Definir los procesos de reclutamiento y selección del personal para establecer la metodología que apoyen al modelo difuso a ser planteado.
- Determinar la arquitectura del modelo difuso para la resolución del problema de investigación planteado
- Obtener un porcentaje de la calificación del perfil de los posibles candidatos de acuerdo a los requerimientos de la Empresa.
- Aplicar sistemas expertos y lógica difusa para el reclutamiento y selección del personal, proponiendo una alternativa a las diferentes soluciones empleadas en la actualidad por medio de la tecnología.

1.6. Justificaciones

1.6.1. Justificación Teórica

Se han presentado investigaciones importantes en la aplicación de sistemas expertos en lógica difusa a los problemas de análisis, toma de decisiones: aunque prometedores por su naturaleza empírica, no son concluyentes y casi todos ellos invitan a continuar realizando más estudios que muestre en que problemas y bajo qué condiciones los sistemas expertos en lógica difusa pueda ser una solución más eficiente que los modelos utilizados habitualmente. Desde este punto de vista los resultados de esta investigación podrán ser utilizados como un aporte a esta área del conocimiento⁶.

⁶ Martín del Brío, B., Sanz Molina, A. *REDES NEURONALES Y SISTEMAS BORROSOS*. 3ª edición. Ra-Ma

Por otra parte los motivos para hacer el estudio propuesto es la importancia que tiene los sistemas expertos en el proceso de reclutamiento y selección del personal. De aquí se deriva la necesidad de contar con personal adecuado, ya que el talento humano es el elemento clave para cualquier organización. Es determinante hacer conciencia de la diversidad de habilidades que requieren cada Empresas, que cada individuo dentro de la organización desarrolle su máximo potencial y este traiga como consecuencia alcanzar los objetivos.

1.6.2. Justificación Metodológica

Con la finalidad de mejorar el proceso de reclutamiento y selección del personal en la empresa Art.Style I.T., se propone una metodología moderna que permita identificar a los candidatos más adecuados a los requerimientos de un determinado puesto.

1.6.3. Justificación Práctica

El tiempo y la metodología actualmente empleada en la selección del personal en varias Empresas genera un imperiosa necesidad por aprovechar de manera más directa los recursos tecnológicos de información, por esta razón es importante diseñar un sistema de información basado en tecnologías modernas para la selección del personal.

1.6.4. Justificación Social

El presente proyecto académico pretende tener un impacto positivo en los usuarios finales al mejorar los servicios de selección del personal lo que redundará directamente en la calidad de servicios y buena gestión para la elección del personal orientado al área de recursos humanos.

1.6.5. Justificación Económica

La finalidad de la evaluación económica es la de suministrar suficientes elementos de juicio sobre los costos y beneficios del proyecto, para que se pueda establecer la conveniencia al uso propuesto de los recursos económicos que se solicitan. Para el caso de costo del manejo y beneficio del proyecto de “reclutamiento y selección del personal” deberá considerarse que la se disminuye costos al tener un sistema sistematizado que interactúen con los sistemas empleado en la Empresas Art Style I.T.

En los costos directos podemos señalar los relativos al costo de las licencias de software, así como lo relativo a formación y modificaciones. En concreto y a modo de relación general podemos describir los siguientes costos directos.

- Software
- Formación
- Adaptación
- Mantenimiento

Como principal costes indirectos podemos destacar el relativo al tiempo en que se dio finalidad del transcurso del proyecto.

1.7. Límites, Alcances y aportes

1.7.1. Límites

- El prototipo no podrá ser utilizado por personas ajenas al reclutamiento y selección del personal solo el personal de RRHH.
- No se establecerán formas de evaluación ajenas a los procesos de reclutamiento y selección del personal.
- No se considerara las pruebas Psicológicas, psicométricas.

1.7.2. Alcances:

- En este caso el software permitirá demostrar la funcionalidad de un Sistema Expertos mediante un conjunto de operaciones matemáticas con lógica difusa que simulan el razonamiento.
- El software del sistema funcionará con conocimientos de un experto en el proceso de Selección de Personal por lo que alcanzará un nivel de funcionalidad aceptable para demostración real y los resultados podrán ser interpelados por el personal de RRHH
- Se tomarán en cuenta reportes, información histórica, procesos de selección del personal, de los últimos meses.
- Esta investigación sólo tomará en cuenta las formas de evaluación ya establecidas, tomando en consideración aquellos elementos que aporten criterios con los cuales se puedan realizar una toma de decisiones respecto al proyecto propuesto.
- El sistema se desarrollará a nivel de software que cumpla con las funciones más importantes para el proceso de reclutamiento y selección del personal.
- El proyecto mostrará el desarrollo de sistemas expertos basado en lógica difusa destinado al reclutamiento y selección del personal, para una posible toma de decisiones con posibilidad de aplicarlo en el futuro.

1.7.3. Aportes

Los aportes de la propuesta son:

- Un sistema experto basado en lógica difusa destinado al reclutamiento de personal.

- Sistematizar los procesos de selección y reclutamiento del personal.
- Aporte al estudio de los sistemas expertos y lógica difusa para que se pueda dar continuidad a proyectos.
- El proyecto tiene por finalidad dotar una herramienta moderna para el reclutamiento y selección de personal, para alcanzar los objetivos y requerimientos.

1.8. Modelos y Herramientas

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizara las siguientes herramientas y métodos enunciados a continuación:

A) Métodos

Metodología de investigación: Consiste en que el investigador aporte una hipótesis alternativa, una hipótesis de investigación, como una manera alternativa de explicar el fenómeno.

- **Método Científico:** conjuga la inducción y la deducción es decir el pensamiento reflexivo para resolver dicho problema tenemos que cruzar; por las siguientes cinco etapas
 - ✓ Percepción de una dificultad
 - ✓ Identificación y definición de la dificultad
 - ✓ Solución propuesta para el problema
 - ✓ Deducción de las consecuencias de las hipótesis
 - ✓ Verificación de la hipótesis: mediante acción

Metodología de desarrollo RUP Esta metodología nos ayudara a realzar el análisis diseño, implementación y documentación de sistema.

Sistemas expertos Se puede decir que los Sistemas Expertos son el primer resultado operacional de la Inteligencia artificial, pues logran resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio de igual forma que lo hace el experto humano.

Lógica Difusa Esta metodología que proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información de entrada vaga, ambigua, imprecisa, con ruido o incompleta. En general la lógica difusa imita como una persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas

B) Herramientas

- **Enterprise Architect versión 7.0** herramienta que permitirá desarrollar los diagramas UML.
- **PHP** , lenguaje de programación.
- **Visual Studio c#**, Lenguaje de programación.
- **BPWIN 4.0** Herramienta que permitirá desarrollar los diagramas IDEF-0
- **UML**, (Unified Modeling Language) Lenguaje de modelado de sistema del software es grafico que permite construir, visualizar y documentar un sistema de software. Para este modelo se utilizara la versión 2.0.

II. MARCO TEÓRICO

Un sistema de información se puede definir técnicamente como un conjunto de componentes relacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización

2.1. Actividades de un Sistema de Información

Hay tres actividades en un sistema de información que producen la información que esas organizaciones necesitan para tomar decisiones, controlar operaciones, analizar problemas y crear nuevos productos o servicios. Estas actividades son:

- **Entrada:** captura o recolecta datos en bruto tanto del interior de la organización como de su entorno externo.
- **Procesamiento:** convierte esa entrada de datos en una forma más significativa.
- **Salida:** transfiere la información procesada a la gente que la usará o a las actividades para las que se utilizará.

Los sistemas de información también requieren retroalimentación, que es la salida que se devuelve al personal adecuado de la organización para ayudarlo a evaluar o corregir la etapa de entrada⁷.

⁷ ANDREU, R., RICART J. E. Y VALOR, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid

2.1.1. Factores del Entorno de un Sistema de Información

Un sistema de información contiene información sobre una organización y su entorno. Dentro de este entorno figuran clientes, proveedores, competidores, accionistas y agencias reguladoras que interactúan con la organización y sus sistemas de información⁸.



Ilustración 1 Sistemas de información

Fuente: Estrategia y Sistemas de Información - ANDREU, R., RICART

2.1.2. Diferentes Sistemas de Información en la Pirámide Organizacional de una Empresa

Dado que hay intereses, especialidades y niveles diferentes en una organización, existen diferentes tipos de sistemas. Un sistema no solamente proporciona toda la información que una empresa necesita.

⁸ ANDREU, R., RICART J. E. Y VALOR, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid

2.1.2.1. Sistemas a nivel operativo. Apoyan a los gerentes operativos en el seguimiento de actividades y transacciones. Elementales de la organización como ventas, ingresos.

2.1.2.2. Sistemas de nivel del conocimiento. Apoyan a los trabajadores del conocimiento y de datos de una organización.

El propósito de estos sistemas es ayudar a las empresas comerciales a integrar el nuevo conocimiento en los negocios y ayudar a la organización a controlar el flujo del trabajo de oficina.



Ilustración 2 Pirámide Organizacional de una Empresa

Fuente: Administración de los Sistemas - LAUDON C. Kenneth (1996): Editorial Prentice Hall.

2.1.2.3. Sistemas a nivel administrativo. Sirven a las actividades de supervisión, control, toma de decisiones, y administrativas a los gerentes de nivel medio.

2.1.2.4. Sistemas a nivel estratégico. Ayudan a los directores a enfrentar y resolver aspectos estratégicos y tendencias a largo plazo, tanto en la empresa como en el entorno externo. Su función principal es compaginar los cambios del entorno externo con la capacidad organizacional existente.

2.1.3. Tipos Principales de Sistemas

La organización cuenta con sistemas de apoyo

- Sistemas de Soporte para la Decisión (DSS)
- Sistemas de Soporte a la toma de Decisiones en Grupo (GDSS)
- Sistemas de Trabajo con Conocimientos (KWS)
- Sistemas de Información para la Administración (SIA)
- Sistemas expertos
- Sistemas de información Estratégicos

De los tipos de sistema de información tomaremos los más esenciales y los conceptos más destacados para el fin del proyecto⁹.

2.1.3.1. Sistemas de Soporte para la Toma de Decisión (DSS)

Sistema interactivo basado en computadora, el cual ayuda a los tomadores de decisión utilizando modelos y datos para resolver problemas no estructurados.

2.1.3.2. Sistemas de Soporte a la toma de Decisiones en Grupo (GDSS)

Ayuda a que la toma de decisiones sea más eficaz para todos los niveles de usuarios individuales. Ofrecen muchas herramientas útiles para el trabajo en grupo¹⁰.

⁹ EDWARDS, C., WARD J. Y BYTHEWAY, A. (1998): Fundamentos de Sistemas de Información. Prentice Hall, Madrid

¹⁰ PORTER, M (1982): Estrategia competitiva. C.E.C.S.A., México

Características

- Diseño especializa.
- Facilidad de uso.
- Flexibilidad.
- Apoyo a la toma de decisiones.
- Mantenimiento de registros automáticos.

Elementos

- Base de datos.
- Base de modelos.
- Gerente de dialogo.

Alternativas

- Salón de decisiones.
- Red de decisiones de área local

2.1.3.3. Sistemas de trabajo con conocimientos

Los sistemas de oficina y las estaciones de trabajo de diseño. Su principal cometido es integrar los conocimientos en el conjunto de la organización y canalizar los flujos de información asociados a puestos intensivos en información.

Como se observa el conocimiento como activo intangible es difícil de administrar, incluso apenas se está comprendiendo cómo se puede administrar; el conocimiento es parte fundamental para las organizaciones y su forma de hacer negocios y tener ventajas competitivas. Dichas herramientas nos ayudan a identificar o clasificar nuestros activos de conocimiento y a llevar los procesos de su gestión de una manera más efectiva, todas las habilidades y los conocimientos deben de ser identificados y valorados, accesibles desde

cualquier sitio, deben ser capturados o almacenados, para que a su vez se puedan desarrollar y mejorar.

CREAR conocimiento: Knowledge Work Systems (KWS), apoyan las actividades de los empleados y profesionistas de alto desempeño y los ayudan a crear nuevos conocimientos e integrarlos a la empresa.

Para COMPARTIR conocimiento: Grupos de trabajo, donde se comparte el conocimiento, este puede ser presencial o a distancia (e-mail, teleconferencias, groupware).

Para DISTRIBUIR conocimiento: Office Automation Systems, ayuda a controlar el flujo de información a través de la organización (procesamiento de datos, calendarios electrónicos)¹¹.

2.1.4. Ubicación de los sistemas de información dentro de la Empresas.

Los sistemas a nivel del conocimiento proveen a los trabajadores del conocimiento y de datos de una organización.

Tipos de Sistemas	Sistemas a Nivel del Conocimiento		
	Ejemplos de Aplicaciones dentro de la Empresa		
Sistemas de trabajo del conocimiento (KWS)	Estaciones de trabajo para ingeniería	Estaciones de trabajo para gráficos	Estaciones de trabajo para gerentes
Sistemas de Oficina	Procesamiento de texto	Digitalización de documentos	Calendarios electrónicos

Ilustración 3 Sistemas a nivel de conocimiento dentro de las empresas

Fuente: Administración de los Sistemas - LAUDON C. Keneth (1996): Editorial Prentice Hall.

¹¹ NAVAS, J.E. (1994): Organización de la Empresa y Nuevas Tecnologías. Pirámide, Madrid

2.1.4.1. Uso de los Sistemas de Información Dentro de una Empresa

En la mayoría de las organizaciones los sistemas que se construyen con el paso del tiempo, independientes unos de otros, apoyan por separado los procesos de negocios y las funciones empresariales. Los sistemas de la organización rara vez incluían a los proveedores y cliente



Ilustración 4 Sistemas de Organización

Fuente : Administración de los Sistemas - LAUDON C. Keneth (1996): Editorial Prentice Hall.

2.2. La Inteligencia Artificial

El término inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de emular las funciones inteligentes del cerebro humano. El empleo de la IA es variada y actualmente se utiliza principalmente en áreas de informática y la robótica, no obstante, se está extendiendo tanto en las ciencias sociales como ciencias empresariales. Asimismo las redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos son tecnologías cada vez más difundidas, principalmente en los campos de la Investigación y la previsión del mercado¹².

¹² Elaine Rich & Kevin Knight: Artificial Intelligence. McGraw-Hill, 1991.

Con este trabajo se plantea y construye una investigación sobre la inteligencia artificial haciendo énfasis en los sistemas expertos, la lógica difusa ya que estos proporcionan utilidades y facilidades a la hora de resolver problemas que acogen a la sociedad. También se desea aprovechar la habilidad con la que cuenta el experto en el proceso de selección, convirtiéndolos en una herramienta confiable en la elección de cualquier tipo de aptitudes y alto grado de precisión en la escogencia de personal

La Inteligencia Artificial está estrechamente relacionada con tareas que impliquen el uso de computadores para entender la inteligencia humana, lo cual tiene como objetivo la creación de programas que imiten el comportamiento y la comprensión de los seres humanos.

2.2.1. Ramas de la Inteligencia Artificial.

No se puede decir que hay una lista generalmente aceptada de ramas de la IA. Esta es una ciencia en constante evolución y cada cierto tiempo aparece un nuevo campo de estudio, de modo que nunca hay un número fijo de divisiones de la IA. Además es común que dos o varias ramas conocidas interactúen para solucionar problemas específicos que no podrían resolver cada una de ellas por separado.

Sin embargo, hay dos escuelas o corrientes de pensamiento dentro de la IA. Cada una de estas escuelas tiene a su vez, sus propias ramas. Las dos corrientes dentro de la IA son la inteligencia artificial convencional y la inteligencia artificial computacional.

2.2.2. Inteligencia Artificial convencional.

Estudia métodos que actualmente se conocen como máquinas de aprendizaje. Por un lado, se caracteriza por el formalismo matemático. Un sistema matemático formal o un sistema axiomático es un artificio matemático compuesto de símbolos que se unen entre sí formando cadenas que a su vez pueden ser manipuladas según reglas para producir otras cadenas. De esta manera, el sistema formal es capaz de representar cierto aspecto de la realidad. La IA Convencional también se caracteriza por el análisis estadístico. Se busca que los sistemas logren predecir y tomar decisiones mediante extraer una conclusión en el efecto que algunos cambios en los valores de variables independientes¹³.

2.2.3. Inteligencia Artificial Computacional.

La IA Computacional implica desarrollo o aprendizaje iterativo. Se centra en el estudio de mecanismos adaptativos para permitir el comportamiento inteligente de sistemas complejos y cambiantes. El aprendizaje se realiza basándose en datos empíricos¹⁴.

2.2.4. Aplicación de la IA en el proceso de selección de personal.

La Inteligencia Artificial ha sido ampliamente aplicada al desarrollo de sistemas que soportan la Selección de Personal. Han sido implementados desde sistemas para la minería de datos de personal para trabajar en empresas de alta tecnología, hasta sistemas que filtran hojas de vida para seleccionar los candidatos más aptos para un cargo.

¹³ Patrick Henry Winston: Artificial Intelligence. Addison-Wesley, 1992

¹⁴ Patrick Henry Winston: Artificial Intelligence. Addison-Wesley, 1992

Otros sistemas buscan establecer modelos para comparar candidatos y seleccionar al más apropiado. Gran parte del desarrollo de sistemas basados en Inteligencia Artificial se dedican a recolectar y clasificar las hojas de vida de los candidatos de acuerdo a especificaciones de los empleadores. Aunque se cuentan con varias aproximaciones desde la Inteligencia Artificial, aún es un reto implementar una evaluación global de las capacidades de cada candidato en comparación con los demás candidatos y teniendo en cuenta todas las características del cargo que piensa ocupar.

Dentro del proceso de Selección de Personal, este proyecto está orientado específicamente a la tarea de evaluación de las competencias de los candidatos desarrolladores de software. En esta, en concreto, es necesario un enfoque que permita tener en cuenta la variabilidad de los aspectos personales y culturales de los candidatos, los cargos que ocupan, y las organizaciones. Esto significa que se requieren enfoques adaptables a diversos contextos. Lo anterior sumado a la incertidumbre y la complejidad de los factores que afectan la selección de personal, incluyendo los métodos y la cultura de cada organización, hacen difícil definir un modelo único para solucionar todos los casos que se presentan a los seleccionadores. Se requieren aproximaciones más flexibles o adaptables a contextos específicos¹⁵.

2.3. Los Sistemas Expertos

2.3.1. Introducción

Los Sistemas Expertos son una de las ramas de la Inteligencia Artificial Convencional. Un Sistema Experto (SE) es un programa informático que contiene el conocimiento temático de uno o más Expertos (personas). Un Experto en un área o problema es un individuo con un conocimiento

¹⁵ Nils J. Nilsson: Principles of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, 1986

especializado sobre dicho problema. A este tipo de conocimiento se le llama Dominio. Los SE ejecutan tareas que normalmente deberían ser ejecutadas por un experto.

Un SE busca razonar de la misma forma que lo hace un experto, para llegar a las mismas conclusiones a las que él llegaría partiendo de una serie de datos (hechos). La forma más común de un SE es un programa hecho con un grupo de reglas que analizan una serie de datos (usualmente suministrados por el usuario final del sistema) sobre un tipo específico de problemas, proveyendo información resultante que puede incluir diagnósticos, datos matemáticos y recomendaciones finales para el usuario¹⁶.

Para que un SE sea herramienta efectiva, los usuarios deben interactuar de una forma fácil, reuniendo dos capacidades para poder cumplirlo:

Explicación de razonamiento Los SE se deben desarrollar siguiendo ciertas reglas o pasos comprensibles de manera que se pueda generar la explicación para cada una de estas reglas o pasos, que a la vez se basan en hechos.

Adquisición de nuevos conocimientos Son mecanismos de razonamiento que sirven para modificar los conocimientos anteriores. Sobre la base de lo anterior se puede decir que los sistemas expertos son el producto de investigaciones en el campo de la inteligencia artificial ya que esta no intenta sustituir a los expertos humanos, sino que se desea ayudarlos a realizar con más rapidez y eficacia todas las tareas que realiza con menor dificultad.

¹⁶ GUTIERREZ, Miguel. *Introducción a los Sistemas Basados en el Conocimiento*. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Sevilla. 2006.

2.3.2. Estructura básica de un sistema experto

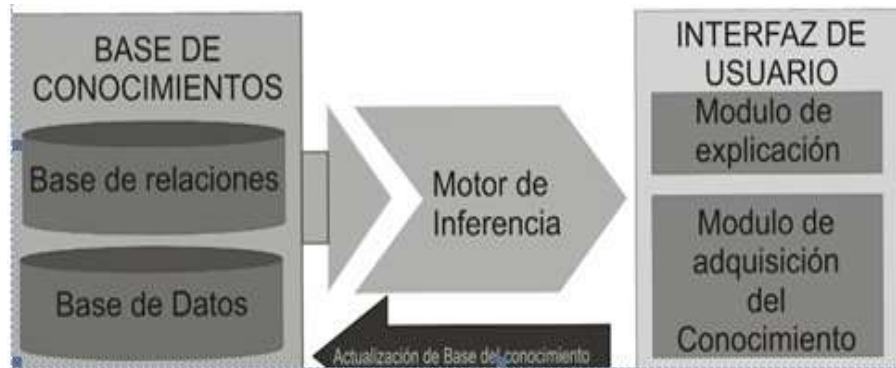


Ilustración 5 Estructura básica de un sistema experto

Fuente: INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS - Luis Amador Hidalgo

2.3.2.1. Base de Conocimientos

Base de Relaciones. Es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento sobre el dominio. Hay que obtener el conocimiento del experto y codificarlo en la base de relaciones. Una forma clásica de representar el conocimiento en un SE son las reglas, aunque se puede usar otros tipos de representación matemática.

Base de Hechos. Contiene los hechos sobre un problema que se han descubierto antes y durante una consulta. Durante una consulta con el SE, el usuario introduce la información del problema actual en la base de hechos. El sistema empareja esta información con el conocimiento disponible en la base de conocimientos para deducir nuevos hechos.

Motor de Inferencia. El SE modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el Motor de inferencia. Simula el razonamiento

del experto en el dominio, y tiene como objetivo el generar nueva información con base en el conocimiento que se le provee. Está formado por los algoritmos o programas que reflejan algún tipo de inferencia, manejan (seleccionan, deciden, interpretan y aplican) los conocimientos de la Base de conocimientos y coordinan las acciones que el sistema, como un todo, debe realizar.

Módulo de Explicación. Una característica fundamental de los SE es su habilidad para explicar su razonamiento. Usando el Módulo de Explicación, un SE puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión. Este módulo proporciona beneficios tanto al diseñador del sistema como al usuario. El diseñador puede usarlo para detectar errores y el usuario se beneficia de la transparencia del sistema.

Módulo de Adquisición de Conocimiento. Permite al Experto o al Ingeniero del Conocimiento actualizar el conocimiento de la Base de Conocimientos. Por este medio se ingresan los Hechos (datos) y las Relaciones al sistema. Facilita probar y depurar los cambios realizados.

Interfaz de Usuario. Es donde se da la interacción entre un SE y su usuario. Se realiza en lenguaje natural, con el apoyo de facilidades modernas para interacción con computadoras (teclado, ratón, pantalla táctil, etc). Lo importante es que sea altamente interactiva, facilitando la “conversación” con seres humanos. Un requerimiento básico del interfaz es la habilidad de hacer preguntas y recibir respuestas, para poder finalmente desplegar una conclusión o resultado al usuario¹⁷.

¹⁷ GIARRATANO, J.; RILEY, G. *Sistemas Expertos: Principios y Programación*. Thomson Editores. 2001.

2.3.3. Aplicaciones de los Sistemas Expertos

En las últimas décadas, como se sabe, se han producido grandes cambios en el entorno de las empresas y las organizaciones, como consecuencias de los avances producidos por las nuevas tecnologías de la producción, de la información, de la información y de las comunicaciones. En este nuevo entorno, tan complejo y cambiante, para poder tomar decisiones de una manera eficaz, es necesario disponer, en todo momento y de una forma rápida de información suficiente, actualizada y oportuna. Esto sólo es posible, hoy en día, utilizando las computadoras y los medios que proporciona la tecnología de la información. Además, gracias a las investigaciones realizadas en la inteligencia artificial, con el desarrollo de los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas expertos, también se han producido grandes avances en el tratamiento del conocimiento, factor fundamental para la toma de decisiones.

Aplicación	Descripción
Medicina	Los SE enfrentan tareas tales como la resolución de problemas, razonamiento automatizado y aprendizaje automatizado. Es típico el estudio de estos sistemas inteligentes en dominios específicos del conocimiento, como la medicina. Métodos de contestación prefijada, métodos estadísticos que se clasifican en Bayesiano.
Contabilidad	Las actividades administrativas, financieras y contables también son campos en los que se pueden aplicar los SE, pues se realizan muchas de las tareas antes descritas y , además, estas cumplen la mayoría de los

	requisitos que son necesarios para poder desarrollar un SE: Auditoria , Contabilidad , Análisis de estados financieros
Militar	Las aplicaciones se centran en : Elección inteligente de contramedidas electrónicas con el fin de obtener la máxima efectividad con unos recursos limitados, planificación estrategia, reconocimiento automático de blancos y valoración de los mismo
Industria	Diagnóstico de control de calidad , detección y actuación en caso de alarmas y emergencias
Electrónica, informática y telecomunicaciones	Las aplicaciones principales de los SE son: Diseño de circuitos de alto grado de integración, sistemas inteligentes de autodiagnóstico contenidos.
Robótica	La mayoría de los robots tiene un brazo con varias uniones móviles y partes prensiles, donde todos sus elementos son controlados por un sistema de control programando para realizar varias tareas bajo una secuencia de pasos preestablecidos.
Aeronáutica	Un impacto significativo de los SE es en la aeronáutica, los SE a los pilotos a realizar prácticas de simulación, control, vuelos diagnósticos, entrenamiento.

Ilustración 6 Aplicación de los SE

Fuente: Utilización de C en Inteligencia Artificial – Villagómez Velásquez.

2.3.4. Desarrollo de un sistema experto

Etapas en el desarrollo de un Sistema Experto:

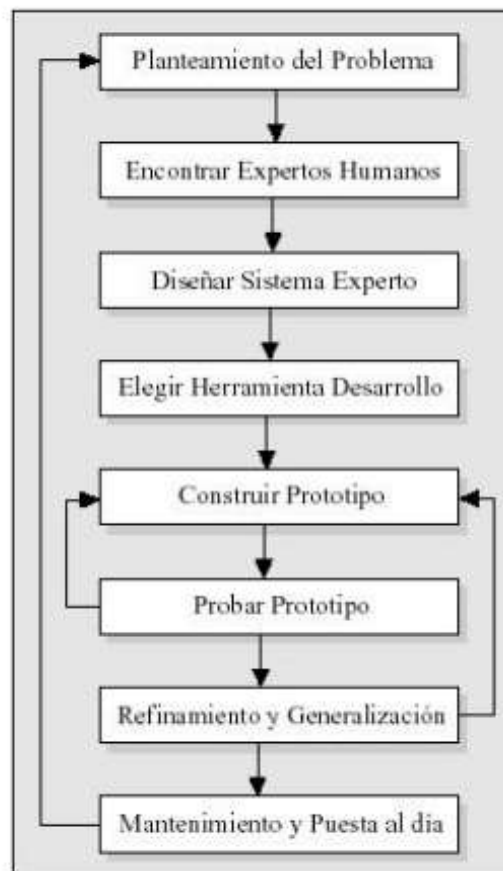


Ilustración 7 Etapas en el desarrollo de un Sistema Experto

Fuente : Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas-.Enrique Castillo, José Manuel Gutiérrez y Ali S. Hadi. Sistemas

Etapas de un sistema experto	Detalle
Planteamiento del problema	Se trata de la definición del problema a resolver, es la etapa más importante para el desarrollo de un sistema experto.
Encontrar expertos humanos	Que puedan resolver el problema: En algunos casos, las bases de datos pueden jugar el papel del experto humano.
Diseño de un Sistema Experto	Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el subsistema de explicación, la interfase de usuario.
Elección de la herramienta de desarrollo o lenguaje de programación	Debe decidirse si realizar un sistema experto a medida o utilizar una herramienta o un lenguaje de programación.
Desarrollo y prueba de un prototipo	Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las pruebas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deben ser repetidas hasta obtener un prototipo satisfactorio.
Refinamiento y generalización	En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.
Mantenimiento y puesta al día	En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances.

Ilustración 8 Etapas de un SE

Fuente : Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas-.Enrique Castillo, José Manuel

2.3.5. La metodología COMMONKADS para ingeniería del conocimiento

CommonKADS es una metodología para la construcción de Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC). Fue desarrollada en la Universidad de Ámsterdam en cooperación con varios socios europeos, como universidades, organizaciones de investigación, casas de software y de consultoría. Actualmente es considerada por muchas compañías y organizaciones alrededor del mundo como un estándar para la ingeniería del conocimiento y de los SBC.

Se busca observar el problema desde el punto de vista del proceso organizacional que se va a intervenir, de modo que el modelado de la solución como SBC se adapte de la mejor manera al proceso y las tareas involucradas. CommonKADS está fundamentada en los siguientes principios:

CommonKADS provee una plataforma para llevar a cabo el modelado del problema. Un proyecto de conocimiento en CommonKADS incluye la construcción de una serie de modelos que constituyen parte del producto entregado. Estos modelos reflejan diferentes puntos de vista del conocimiento inmerso en un problema y en su solución. Cada uno tiene un propósito específico, unos productos asociados y unas estrategias para su desarrollo.

Es importante recordar que un modelo es una abstracción útil de alguna parte de la realidad que hace posible focalizar ciertos aspectos e ignorar otros.

Se modela el conocimiento de tal forma que su análisis permita la detección de tipos, patrones, roles y estructuras, logrando una visión sistémica donde hay usuarios y actores que juegan diferentes roles restrictivos y especializados en la solución de problemas.

En CommonKADS se hace visible el aporte de diversos paradigmas avalados y reconocidos internacionalmente. Entre estos se cuentan el análisis y

el diseño estructurado, la orientación por objetos, la teoría de las organizaciones, la reingeniería de procesos y la gerencia de la calidad¹⁸.

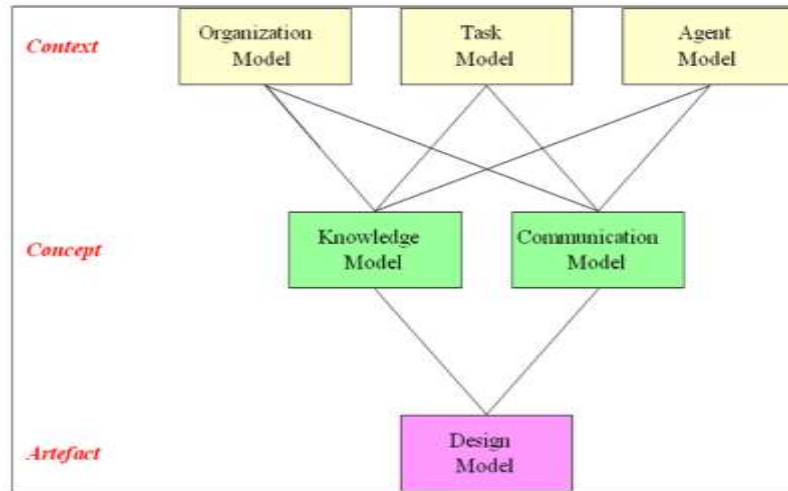


Ilustración 9 Modelo COMMONKADS

Fuente Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas -.Enrique Castillo, José Manuel Gutiérrez y Ali S. Hadi. Sistemas

En el nivel de contexto se busca un mejor conocimiento de la organización y el entorno donde se va a implementar el sistema. Los objetivos principales son: Identificar problemas y oportunidades; Decidir entre distintas soluciones posibles dada la conveniencia de cada una de ella Mejorar el conocimiento relacionado con las tareas que se llevan a cabo; y Proyectar los cambios que necesita la organización.

2.3.6. Sistemas expertos con lógica difusa

Aunque un SE no necesariamente requiere la Lógica Difusa para el diseño e implementación de este proyecto de grado, se propone simular el pensamiento del experto en Selección de Personal mediante Lógica Difusa.

¹⁸ http://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2009.sureephong_p&part=225281

Con esto se busca aproximarse a la forma de pensar del experto, cuyo razonamiento no necesariamente se basa en valores de verdadero y falso típicos de la Lógica Clásica, sino que tiene un manejo amplio de ambigüedades e incertidumbres propias de la psique humana.

2.4. Lógica Difusa

2.4.1. Introducción

La lógica difusa o lógica heurística se basa en lo relativo de lo observado. Este tipo de lógica toma dos valores aleatorios, pero contextualizados y referidos entre sí¹⁹.

La lógica difusa es una metodología que proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información de entrada vaga, ambigua, imprecisa, o incompleta, en general la lógica difusa imita como un persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas. Una de las ventajas de la lógica difusa es la posibilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos.

2.4.2. Definición de lógica difusa

La Lógica como área del conocimiento, se puede definir como la ciencia que estudia los principios formales del razonamiento. En ese sentido la Lógica Difusa (LD) se define como el área que estudia los principios formales del razonamiento basado en aproximaciones empíricas, donde el razonamiento basado en certezas (verdadero o falso) es considerado como una limitación.

La LD es una rama de la Inteligencia Artificial Computacional. Llamada también lógica fuzzy por su equivalencia en el idioma inglés, toma nombres

¹⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa

como lógica borrosa o lógica heurística, entre su principal fortaleza está que es una teoría que se aplica a emular la lógica humana cuando se necesita seguir reglas lógicas de tipo lingüística como son: alto, bajo, mucho, poco, aceptable, rechazado, competente, no recomendable, etc.

Este tipo de lógica difusa está clasificado dentro de los sistemas de inteligencia artificial que se usan en combinación con otras áreas como las redes neuronales.



Ilustración 10 Comparación LD Y LC

Fuente: Implementación fuzzy logic - José Manuel Gutiérrez (Universidad de Cantabria). Neural Networks. 2002 –

Al igual que los sistemas expertos y las redes neuronales, los sistemas basados en lógica difusa obtienen la salida del sistema en función de sus entradas sin necesidad de recurrir a la utilización de un modelo analítico. Comparten con los primeros la característica de representar el conocimiento de forma estructurada (mediante reglas) y con los segundos la facilidad para manipular la información de forma numérica.

Esta última cualidad hace especialmente atractiva la implementación en hardware de sistemas de inferencia basados en lógica difusa.

La denominada lógica difusa permite a los sistemas tratar con información que no es exacta; es decir, dicha información contiene un alto grado de imprecisión, contrario a la lógica tradicional que trabaja con información diferente y precisa.

La teoría de conjunto difusos parte de la similitud con los conjuntos clásicos en los cuales se tiene una función de pertenencia de 0 a 1. En los conjuntos difusos se tiene la característica de que la función de pertenencia puede adquirir valores en el rango de 0 a 1. Es así como se introduce el concepto de conjunto difuso, el cual se encuentra asociado con un determinado valor lingüístico que está definido por una etiqueta, palabra o adjetivo.

Uno de los ejemplos más utilizados de un subconjunto difuso, es el conjunto de las personas más altas como se observa. En este caso el universo de discurso son todas las alturas posibles, desde 0.98 m. hasta 2.74 m. son oficialmente considerados altas. La curva es conocida como una función de pertenencia y es definida por μ . Esta curva define la transición de una persona poco alta (baja) a alta.

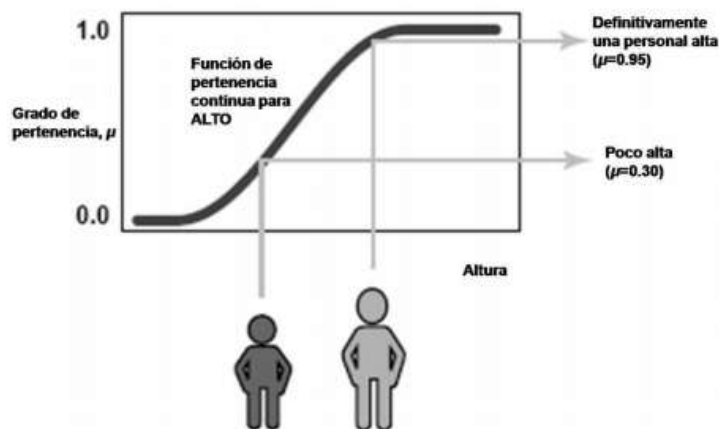


Ilustración 11 Función de pertenencia para determinar el grado de altura de una persona

Fuente: Implementación fuzzy logic - José Manuel Gutiérrez -

2.4.3. Conjuntos Difusos y Variables lingüísticas

La lógica difusa permite a un ordenador razonar en términos lingüísticos y reglas de una forma similar a como lo realizan los seres humanos. A diferencia de la lógica booleana clásica, la lógica difusa es multi-valuada definiendo grados de pertenencia (grados de verdad)²⁰.

2.4.3.1. Conjunto difuso

Como lógica multi-valuada, en la definición de grados de pertenencia, la lógica difusa emplea valores continuos entre 0 (que representa hechos totalmente falsos) y 1 (totalmente ciertos). Así, la lógica binaria clásica puede verse como un caso particular de la lógica difusa. Zadeh propone en 1965 por primera vez la noción de Conjunto Difuso. Este hecho marca el principio de una nueva teoría denominada Teoría de Conjuntos Difusos.

Los conceptos se asocian a conjuntos difusos (asociando los valores de pertenencia) en un proceso llamado fuzzificación. Una vez que tenemos los valores fuzzificados podemos trabajar con reglas lingüísticas y obtener una salida, que podrá seguir siendo difusa o de fuzzificada para obtener un valor discreto²¹.

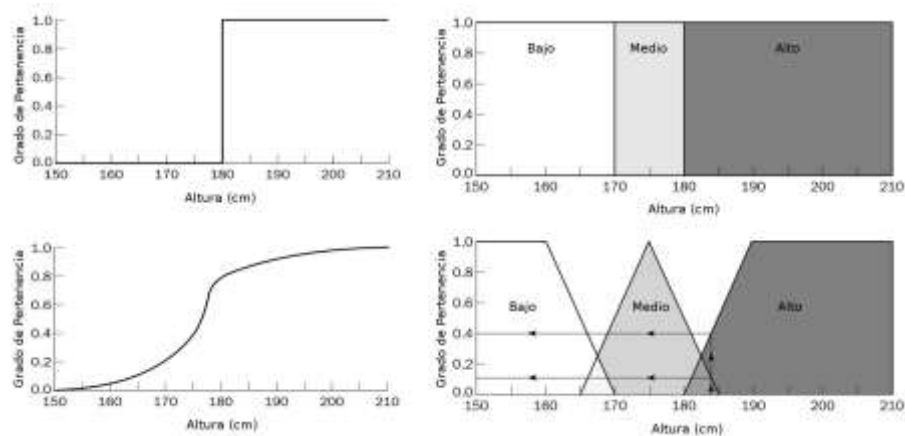
De este modo, a diferencia de la teoría clásica de conjuntos que se basa en el principio básico de la lógica de forma que un individuo pertenece o no pertenece a un conjunto, la idea básica de un conjunto difuso es que un elemento forma parte de un conjunto con un determinado grado de pertenencia.

De este modo una proposición no es totalmente (sino parcialmente) cierta o falsa. Este grado se expresa mediante un entero en el intervalo [0; 1].

Se puede representar de la siguiente manera

²⁰ Carlos González Morcillo LOGICA DIFUSA UNA INTRODUCCION PRACTICA

²¹ es.wikipedia.org/wiki/Lógica_difusa



Nombre	Altura	Crisp	Fuzzy
Paco	2.05	1	1.0
Juan	1.95	1	1.0
Tomás	1.87	1	0.95
Carlos	1.80	1	0.82
Pedro	1.79	0	0.71
Andrés	1.60	0	0.36

Ilustración 12 Descripción de conjuntos fuzzy (abajo) de difucidad en “persona alta”

Fuente: LOGICA DIFUSA - Carlos González Morcillo

En la representación de la muestra, se dibuja una línea que separa claramente en 1.8m los individuos que son altos de los que no lo son, asociando un valor de partencia estricto al conjunto de los altos a aquellos que superan esa altura. Sin embargo, el conjunto difuso permite expresar que Carlos tiene un grado de pertenencia al conjunto de los altos en $_A(\text{Altura}) = 0,82$.

Así, un conjunto difuso proporciona una transición suave entre los límites de lo que sería un conjunto. El Universo del discurso se define como todos los

posibles valores que puede tomar una determinada variable (en la gráficas, desde 150 a 210cm)²².

2.4.3.2. Definición de conjunto difuso

La teoría de conjuntos difusos es un intento de desarrollar una serie de conceptos para tratar de un modo sistemático el tipo de imprecisión que aparece cuando los límites de las clases de objetos no están claramente definidos. Un conjunto difuso puede definirse como una clase en la que hay una progresión gradual desde la pertenencia al conjunto hasta la no pertenencia; o visto de otra forma, en la que un objeto puede tener un grado de pertenencia definido entre la pertenencia total (valor uno) o no pertenencia (valor cero), desde esta perspectiva, los conjuntos convencionales (o conjuntos crisp) pueden verse como un caso particular de conjuntos difusos; un conjunto difuso que sólo admite dos grados de pertenencia (uno y cero).²³

Un conjunto difuso puede definirse de forma general como un conjunto con límites difusos. Sea X el Universo del discurso, y sus elementos se denotan como x . En la teoría clásica de conjuntos crisp se define un conjunto C se define sobre X mediante la función característica de C como f_C .

$$f_C(x) = \begin{cases} 1 & \text{cuando } x \in C \\ 0 & \text{cuando } x \notin C \end{cases}$$

Este conjunto mapea el universo X en un conjunto de dos elementos, donde la función $f_C(x)$ es 1 si el elemento x pertenece al conjunto C y 0 si el elemento x no pertenece al conjunto C .

Si generalizamos esta función para que los valores asignados a los elementos del conjunto caigan en un rango particular y así indicar el grado de

²² L.A. Zadeh. Fuzzy set. Information and Control, 8:338–353, 1965

²³ Carlos González Morcillo LOGICA DIFUSA UNA INTRODUCCION PRACTICA

pertenencia de los elementos a ese conjunto, tendremos una función de pertenencia de un determinado conjunto difuso. La función de pertenencia μ_A por la que se define un conjunto difuso A,

Sería:

$$\mu_A = X \rightarrow [0, 1]$$

Donde $\mu_A(x) = 1$ si x está totalmente en A, $\mu_A(x) = 0$ si x no está en A y $0 < \mu_A(x) < 1$ si x está parcialmente en A. Este valor entre 0 y 1 representa el grado de pertenencia (también llamado valor de pertenencia de un elemento x a un conjunto A).

Así, el intervalo de la ecuación anterior es de números reales e incluye los extremos. Aunque $[0; 1]$ es el rango de valores más utilizado para representar funciones de pertenencia, cualquier conjunto arbitrario con alguna ordenación total o parcial podría ser utilizado.²⁴

2.4.3.3. Componentes del conjunto difuso

De acuerdo a la expresión utilizada para el conjunto difuso A, se requiere de dos componentes²⁵:

- Uno que exprese el grado de pertenencia al conjunto, con valor entre $[0,1]$.
- El valor propiamente dicho de x.

²⁴ L.A. Zadeh. Fuzzy set. Information and Control, 8:338–353, 1965

²⁵ http://www.lalibriadelau.com/libros-de-matematica-ca39_40/libro-logica-difusa-para-principiantes-teoria-y-practica-p15064



Ilustración 13 Sistema Basado en Lógica Difusa, bloque de inferencia
Fuente: Metodología de lógica difusa – Erwin Jhon wister

2.4.3.4. Operaciones de Conjuntos Difusos

A los subconjuntos se les puede aplicar determinados operadores o bien se puede realizar operaciones entre ellos. Al aplicar un operador sobre un solo conjunto se obtendrá otro conjunto, lo mismo sucede cuando se realiza una operación entre conjuntos.

Las operaciones lógicas se utilizan en controladores y modelos difusos, son necesarias en la evaluación del antecedente de reglas (y otras etapas) que más adelante veremos. Se definen a continuación 3 operaciones básicas a realizar sobre conjuntos, estas operaciones son complemento, unión e intersección. Sean las etiquetas A y B las que identifican a dos conjuntos borrosos asociados a una variable lingüística x, las operaciones se definen como²⁶.

²⁶ J.P. Aurrand-Lions, L. Fournier, P. Jarri, et al. Application of fuzzy control for ISIS

OPERACIONES LOGICAS	
Complemento	$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$
Unión. Operador lógico OR de Zadeh (max)	$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$
Intersección. Operador lógico AND de Zadeh (min)	$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$

Hay muchas definiciones para las operaciones lógicas, algunas otras definiciones que normalmente también se utilizan son:

Operador lógico AND del producto	$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \times \mu_B(x)$
Operador lógico OR de Lukasiewicz	$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x) + \mu_B(x), 1]$

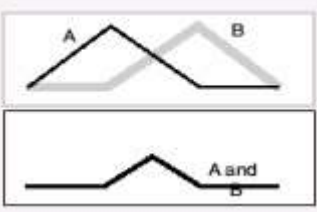
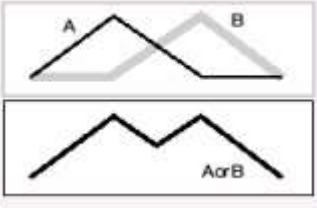
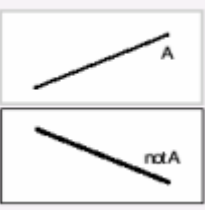
		
AND Min(A,B)	OR Max(A,B)	NOT (1-A)

Ilustración 14 Operaciones conjuntos difusos

Fuente: Fuzzy Expert Systems – Abraham Edición: Londres, 1994

2.4.3.5. Representación de conjuntos difusos

Para definir un conjunto difuso hay que definir su función de pertenencia. Un método habitual es preguntar a un experto sobre el dominio del problema y representarlo mediante diferentes funciones (típicamente triangulares y trapezoidales). También se pueden utilizar, como veremos más adelante,

funciones curvas o la función singleton. Para representar un conjunto difuso continuo en un ordenador necesitamos expresar esa función de pertenencia y mapear los elementos del conjunto con su grado de pertenencia. Aunque puede usarse a priori cualquier tipo de función, en la práctica se emplean funciones lineales con una descripción de su vector de ajuste, como:

$$\text{hombre-medio} = (0=165; 1=175; 0=185)$$

Esta representación se corresponde con el conjunto difuso Medio de la Figura 2.3, donde para la altura 165 se asocia el grado de pertenencia 0, a la altura 175 el grado de pertenencia 1, y de nuevo a la altura 185 el grado de pertenencia 0.²⁷

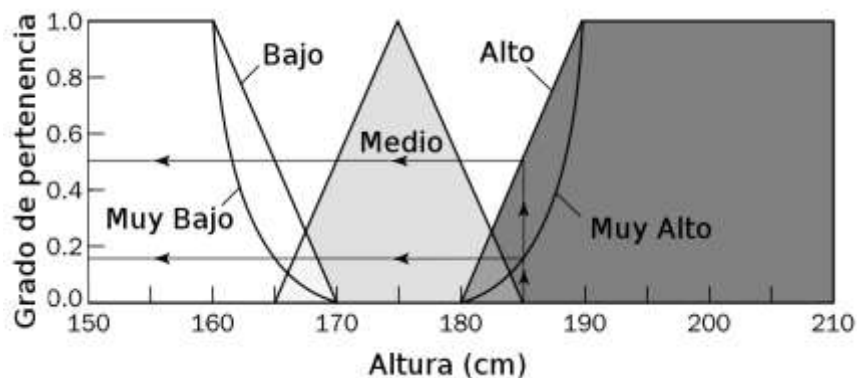


Ilustración 15 Uso del modificador muy en los conjuntos bajo y alto

Fuente: LOGICA DIFUSA UNA INTRODUCCION PRACTICA - Carlos González Morcillo

2.4.3.6. Control Difuso

La principal aplicación actual de la lógica difusa son los sistemas de control difuso, que utilizan las expresiones difusas para formular las reglas que controlaran dichos sistemas. En los sistemas de control debe tomarse en cuenta el conocimiento experto de una o varias personas para la realización de

²⁷ 1Ejemplo de Transitividad: IF (extremadamente alto _ muy alto) AND (muy alto _ alto) THEN (extremadamente alto _ alto)

la base de conocimiento sobre la cual se basará la toma de decisiones. Así, al desarrollar un controlador difuso es posible prescindir de la rigidez matemática y transmitir el raciocinio humano hacia un sistema²⁸.

La estructura normalmente utilizada en un controlador difuso puede verse así.

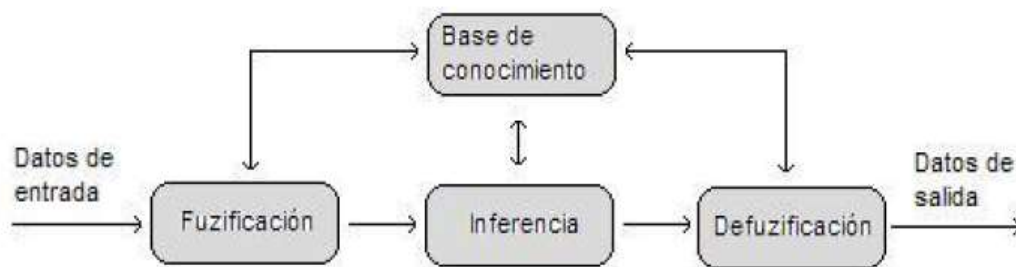


Ilustración 16 Estructura de un controlador difuso

Fuente: Libros de google: APLICACIÓN DE LA LOGICA DIFUSA – Ihit Winerhar

Control difuso	DETALLE
Base de conocimiento	La base de conocimiento contiene el conocimiento asociado con el dominio de la aplicación y los objetivos del control. En esta etapa se deben definir las reglas lingüísticas de control que realizarán la toma de decisiones que a su vez decidirán la forma en la que debe actuar el sistema.
Fuzificacion	La Fuzificacion tiene como objetivo convertir valores reales en

²⁸ Fuzzy Logic - Lógica Difusa 2da edición

	valores difusos. En la fusificación se asignan grados de pertenencia a cada una de las variables de entrada con relación a los conjuntos difuso
Inferencia	La inferencia es el proceso mediante el cual se genera un mapeo para asignar a una entrada una salida utilizando lógica difusa. El proceso de inferencia provee las bases para la toma de decisiones del sistema. Este proceso involucra la utilización de funciones de pertenencia y las reglas generadas en la base de conocimiento. Existen diferentes métodos de inferencia, los más comunes son los de Mamdani y Takagi-Sugeno-Kang.

2.4.3.7. Modelos Difusos

Los sistemas de lógica tienen una estrecha relación con los conceptos difusos tales conjuntos difusos, variables lingüísticas y demás. Los más populares sistemas de lógica difusa son los sistemas difusos tipo Mamdani (con Fuzzificador y defuzzificador) y sistemas difusos tipo Takagi- Sugeno.

2.4.3.8. Base de reglas difusas

La base de reglas es la manera que tiene el sistema de guardar el conocimiento lingüístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo if- then.

Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión. En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas.

1. Defuzzificador

La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, lo cual significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (como un controlador) que solo manipule información numérica.

Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, hay que convertir la salida difusa del mecanismo de inferencia; este proceso lo realiza el defuzzificador²⁹.

Reglas Difusas. El razonamiento aproximado se utiliza para representar con conocimiento expresado en forma de primitivas atómicas, enunciadas en lenguaje natural. Por ejemplo “La velocidad tiene un valor positivo grande”.

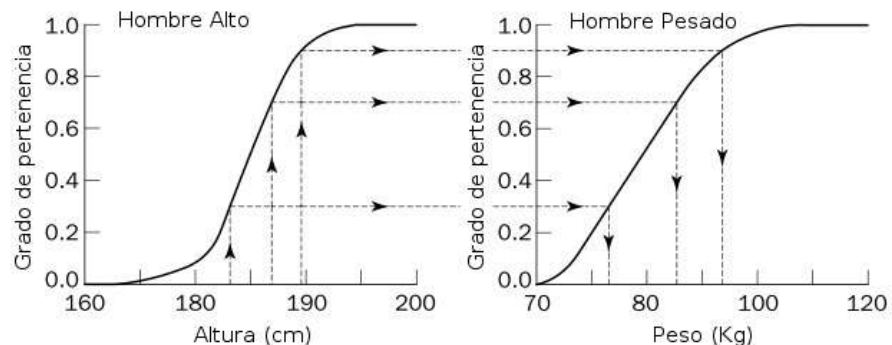


Ilustración 17 Inferencia de selección monotonía

Fuente: Logic Programming and Prolog - Balbin, I. (1985)

La transformación de esta expresión en lenguaje natural, en términos de variables lingüísticas se realiza como se indica a continuación:

1. Se selecciona un símbolo V para representar la variable física “velocidad”.

²⁹ J.P. Aurrand-Lions, L. Fournier, P. Jarri, et al. Application of fuzzy control for ISIS

2. Se elige un símbolo PG para representar el valor particular “positivo grande” de la variable física “velocidad”.

3. La expresión en lenguaje natural pasa a ser: V es PG

A este tipo de expresión se le denomina proposición atómica difusa.

La interpretación de la expresión atómica anterior viene dada por la pertenencia de la variable física velocidad V al conjunto difuso PG, es decir $\mu_{PG}(v)$, donde v denota un valor arbitrario del universo del discurso U, esta interpretación determina el grado en que la expresión es satisfecha dado un valor específico de la variable V. Usando este concepto de proposición difusa y conectores lingüísticos con “y”, “o” y “no” es posible componer proposiciones difusas más complejas “A es X y B es Y”, “A es no X”. El significado de estas proposiciones difusas compuestas viene dado por la interpretación de los conectores lingüísticos.

Esta interpretación se hace en base a las operaciones de intersección, unión y complemento que, como se vio anteriormente, se realiza mediante T-normas, T-con normas y el operador complemento elegido.

Hay que tener en cuenta que, el grado de satisfacción de una expresión constituye un conjunto difuso y, por tanto, estos conectores deben interpretarse mediante operadores de conjuntos difusos.

Una regla difusa (regla de producción difusa if-then) es expresada simbólicamente como:

IF <proposición difusa> THEN <proposición difusa> Donde <proposición difusa>

Puede ser una proposición difusa atómica o compuesta. Podemos definir una proposición sencilla de este tipo mediante:

p: IF X es A THEN Y es B

El antecedente y consecuente de una regla puede tener múltiples partes. Veremos a continuación cómo se trabaja con estos formatos de reglas.

En los sistemas de reglas clásicos, si el antecedente es cierto, el consecuente es también cierto. En sistemas fuzzy donde el antecedente es difuso, todas las reglas se ejecutan parcialmente, y el consecuente es cierto en cierto grado (si el antecedente es cierto con cierto grado de pertenencia, el consecuente es cierto también el cierto grado).

2.4.4. Variables Lingüísticas

Para representar el conocimiento en razonamiento aproximado tenemos que utilizar variables lingüísticas.

Una variable lingüística es aquella cuyos valores son palabras o sentencias en un lenguaje natural o artificial. De esta forma, una variable lingüística sirve para representar cualquier elemento que sea demasiado complejo, o del cual no tengamos una definición concreta; es decir, lo que no podemos describir en términos numéricos.

Así, una variable lingüística está caracterizada por una quintupla

(X; T(X); U; G;M)
X es el nombre de la variable.
T(X) es el conjunto de términos de X; es decir, la colección de sus valores lingüísticos (o etiquetas lingüísticas).
U es el universo del discurso (o dominio subyacente). Por ejemplo, si la hablamos de temperatura “Cálida” o “Aproximadamente 25o”, el dominio subyacente es un dominio numérico (los grados centígrados).
G es una gramática libre de contexto mediante la que se generan los términos en T(X), como podrían ser “muy alto”, “no muy bajo”, ...
M es una regla semántica que asocia a cada valor lingüístico de X su significado M(X) (M(X) denota un subconjunto difuso en U).

Los símbolos terminales de las gramáticas incluyen:

Términos primarios: "bajo", "alto", ...

Modificadores: "Muy", "más", "menos", "cerca de", ...

Conectores lógicos: Normalmente NOT, AND y OR.

Normalmente se definen los conjuntos difusos de los términos primarios y, a partir de éstos, se calculan los conjuntos difusos de los términos compuestos (por ejemplo, con "muy" y "alto" construimos el término compuesto "muy alto"). Una etiqueta lingüística se forma como una sucesión de los símbolos terminales de la gramática: "Muy alto, no muy bajo...".

Un uso habitual de las variables lingüísticas es en reglas difusas.

Es decir

IF duración-examen IS larga THEN probabilidad-aprobar IS small.

La variable lingüística velocidad podrías incluir conjuntos difusos como muy lento, lento, medio, rápido, muy-rápido. Naturalmente cada uno de estos conjuntos representa un valor lingüístico que puede tomar la variable³⁰.

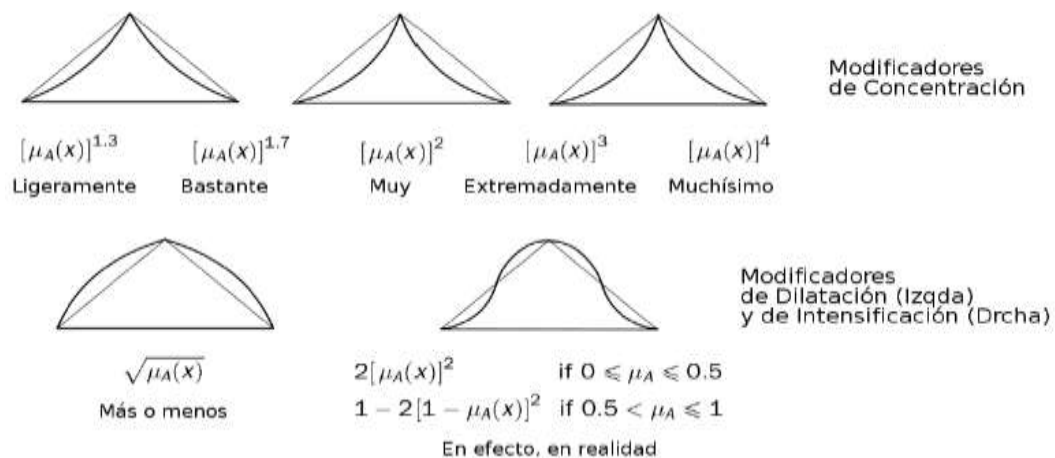


Ilustración 18 Algunos modificadores y su representación gráfica y matemática.

Fuente LOGICA DIFUSA UNA INTRODUCCION PRÁCTICA - Carlos González Morcillo

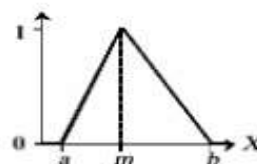
³⁰ Carlos Gonzales lógica difusa introducción a la practica

2.4.4.1. Funciones de membresía

Las funciones de membresía representan el grado de pertenencia de un elemento a un subconjunto definido por una etiqueta. Existe una gran variedad de formas para las funciones de membresía, las más comunes son del tipo trapezoidal, triangular, singleton.

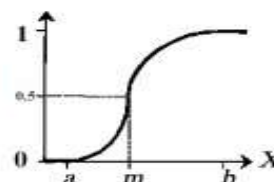
Forma Triangular

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ (x-a)/(m-a) & \text{si } x \in (a, m] \\ (b-x)/(b-m) & \text{si } x \in (m, b) \\ 1 & \text{si } x \geq b \end{cases}$$



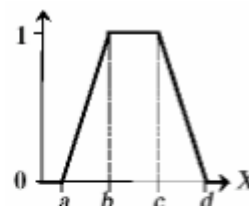
Forma S

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ 2\{(x-a)/(b-a)\}^2 & \text{si } x \in (a, m] \\ 1-2\{(x-a)/(b-a)\}^2 & \text{si } x \in (m, b) \\ 1 & \text{si } x \geq b \end{cases}$$



Forma Trapezoidal

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } (x \leq a) \vee (x \geq d) \\ (x-a)/(b-a) & \text{si } x \in (a, b] \\ 1 & \text{si } x \in (b, c) \\ (d-x)/(d-c) & \text{si } x \in (c, d) \end{cases}$$



Forma singleton

$$A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x = a \\ 0 & \text{si } x \neq a \end{cases}$$

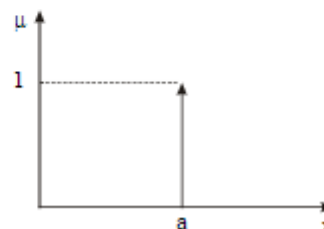
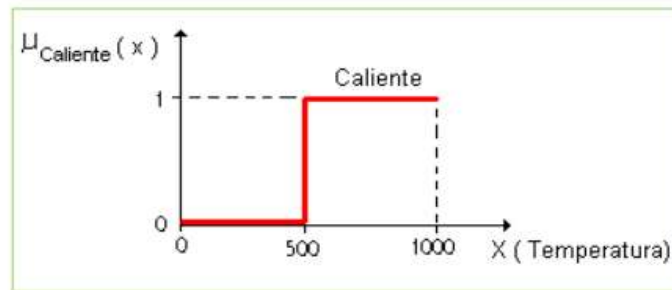


Ilustración 19 Función de Membresía

Fuente: <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>

Las funciones de pertenencia en una curva que determina el grado de pertenencia de los elementos de un conjunto. Se denota generalmente por μ y puede adoptar valores entre 0 y 1. Por consiguiente, para un conjunto clásico tendríamos lo siguiente³¹:



El conjunto se definiría así: **Caliente** = { $x \mid x > 500$ }, Temp [°C]

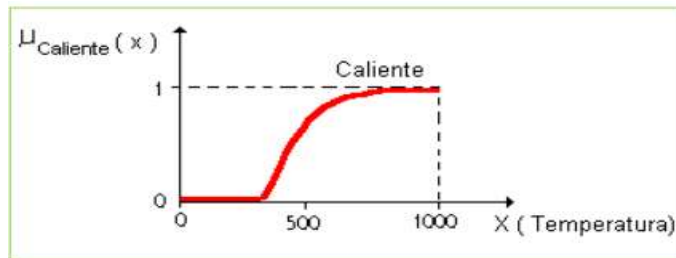
$\mu_{\text{Caliente}}(x) = 1, x \in \text{Caliente}$ $\mu_{\text{Caliente}}(x) = 0, x \notin \text{Caliente}$

$\mu_{\text{Caliente}}(x) = \{0, 1\} \rightarrow$ Solo toma estos valores.

Ilustración 20 Función de Pertenencia

Fuente: : <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>

Para un conjunto difuso tendremos lo siguiente



El conjunto se definiría así: **Caliente** = { $(x, \mu_{\text{Caliente}}(x)) \mid x \in U$ }

$U = [0, 1000] \rightarrow$ Universo de Discurso.

$\mu_{\text{Caliente}}(x) = [0, 1] \rightarrow$ Rango de Valores. Temp [°C]

Ilustración 21 Función de Pertenencia Difuso

Fuente: <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>

³¹ Using Fuzzy Decision Support Systems in Human Resource Management

Universo de Discurso	Conjunto de valores que puede tomar una variable. Este es el conjunto de elementos que vamos a tener en consideración,
Variable difusa	Es cualquier valor que está basado en la percepción humana más que en valores precisos de medición (Ej. un color, que está compuesto en realidad por varias tintas, si la temperatura del agua es la adecuada, si la cantidad de sal que lleva la tortilla es excesiva, si la velocidad de un tren es elevada...) todas estas dependen de la percepción y están vinculadas con el uso del lenguaje y pueden ser usadas en estructuras del tipo if-then, como por ejemplo: if velocidad es excesiva then reducir la presión sobre el acelerador

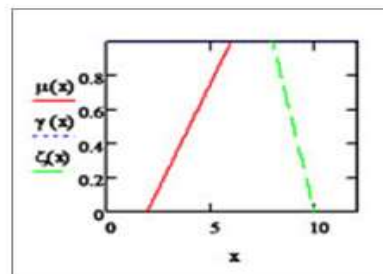
Hay diversas expresiones que se utilizan como función de pertenencia, aquí algunas³².

♦ **Función trapezoidal**

$$\mu(x) := \left(\frac{1}{4}\right)x - \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\gamma(x) := 1$$

$$\zeta(x) := 5 - \left(\frac{x}{2}\right)$$



³² http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/38505749.html

♦ Función exponencial

$$\xi(x) := 1 - e^{-x}$$

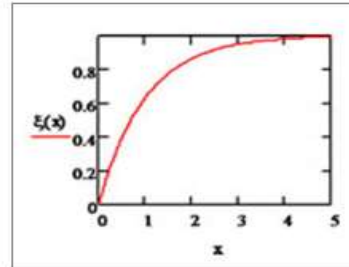


Ilustración 22 Función de Pertenencia Difuso

Fuente : : <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>

2.4.4.2. Razonamiento Aproximado

Mediante el uso de conjuntos difusos es posible dotar de significado matemático a proposiciones como “este coche es pequeño”, “Pedro es muy alto” o “el crecimiento es lento” utilizando los modificadores lingüísticos (muy, poco, demasiado, algo, extremadamente, etc.) para adaptar los calificativos a lo que se quiere decir. Así para la representación y utilización del conocimiento impreciso.

Muchas veces, la programación clásica no es suficiente para que un sistema realice funciones complejas. Cuando un sistema no ha sido programado explícitamente para realizar una función y se le pide que la realice, el sistema tiene que razonar. Por lo tanto, si el sistema conoce los siguientes hechos: “Estirada es una jirafa”, “Las jirafas son mamíferos” y le formulamos la pregunta: “¿Es Estirada un mamífero?”, el sistema debe razonar para dar una respuesta. Cuando el número de hechos y reglas aumenta, el sistema tiene que poder verificar gran cantidad de hechos que surgen en las etapas de razonamiento.

2.4.4.3. Inferencia Difusa

La inferencia difusa puede definirse como el proceso de obtener un valor de salida para un valor de entrada empleando la teoría de conjuntos difusos. A continuación veremos dos tipos de inferencia: el modelo de Mamdani)

Se llama reglas difusas al conjunto de proposiciones if-then que modelan el problema que se quiere resolver. Una regla difusa simple tiene la forma:

SI u es A ENTONCES v es B

Donde $u \in U$ y $v \in V$, tiene asociada una función característica), ($y \times B \rightarrow \mu$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$.

Es decir cada una de las reglas o proposiciones if – then es a su vez un conjunto difuso con su función característica que mide el grado de verdad de la relación de implicación entre x e y . representa lo que se conoce como implementación lógica. La elección apropiada de esta función característica está sujeta a las reglas de la lógica proposicional³³.

2.4.5. Inferencia de Mamdani

Es posiblemente el método más ampliamente utilizado, propuesto por Ebrahim Mamdani en 1975. El proceso se realiza en cuatro pasos:

1. Fuzificación de las variables de entrada.
2. Evaluación de las reglas.
3. Agregación de las salidas de las reglas.
4. Defuzificación.

Veremos a continuación uso empleando tres reglas.

Estas reglas usan como variables lingüísticas x (financiación del proyecto), y (plantilla del proyecto) y z (riesgo). Los conjuntos definidos sobre el dominio de X son $A1; A2; A3$ (inadecuado, marginal, adecuado), sobre el dominio

³³ A fuzzy topsis approach to human resources performance evaluation. Tuncay GÜRBÜZ1, Yıldız Esra ALBAYRAK2

de Y B1;B2 (pequeña, grande) y sobre el universo del discurso de Z son C1;C2yC3 (bajo, normal y alto). Reglas:

R1: IF x is A3 OR y is B1 THEN z is C1

R2: If x is A2 AND y is B2 THEN z is C2

R3: IF x is A1 THEN z is C3

Veamos a continuación las etapas de inferencia

2.4.6. Formulación Matemática teoría de conjuntos

Para entender un poco más cómo se lleva a cabo la implementación de una solución fuzzy, el planteamiento matemático necesita definir que un conjunto difuso trata con la incerteza o vaguedad del discurso o pensamiento humano. Un conjunto fuzzy es una clase de objetos con una serie continuo de un grado de membresía definido. La importancia de definir conjuntos fuzzy ha sido de vital importancia en muchas áreas del conocimiento, puesto que muchas veces el modelamiento matemático es muy complejo para plasmarlo en formulaciones matemáticas.

Un conjunto fuzzy A, en un universo de discurso U, está caracterizado por una función de pertenencia $A \rightarrow [0,1]$, donde $A(x)$, $\forall x \in U$, indica que hay un grado de pertenencia de x en A. Vamos a definir primero algunos componentes de la lógica difusa:

Variable lingüística	Es una variable definida por una palabra o una sentencia que viene dicha por la persona, por ejemplo: EDAD, PRESION, COMPETENCIA, VELOCIDAD, etc
Variables fuzzy	Son aquellas variables que definen el universo de discurso de la variable lingüística, por ejemplo: EDAD= {joven, maduro, viejo} PRESION= {alta, baja, media} COMPETENCIA LIDERAZGO= { no tiene, en desarrollo, es referente}.

Numero fuzzy	Es aquel número que se asigna a las variables dentro del universo de discurso
Grado de membresía o pertenencia	Aquella función que tiene su correspondiente dentro del valor 0-1. e)
Función fuzzy	Es la representación del conjunto fuzzy y su grafica tiene varias formas así la más usada es la triangular, existiendo otras que se modelan las funciones, la representación matemática para una función triangular en representación fuzzy viene dado de la siguiente manera ³⁴ :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & c \leq x \leq b \\ 0 & \text{para } x > c \end{cases}$$

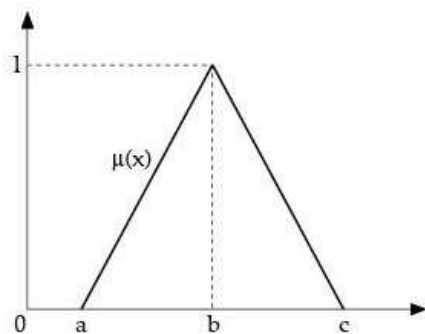


Ilustración 23 Función, grafico fuzzy

Fuente: Teoria de Conjuntos - Nebendahl, D (1991).. Marcombo.

³⁴ Using Fuzzy Decision Support Systems in Human Resource Management

Si se quiere ver en una gráfica con menos argumento matemático, veamos una

Aplicación:

Universo de discurso: $X = \{ C_0 = \text{Grados centígrados} \}$

Variable fuzzy: NIVEL DE FRIO= {frio, más o menos frio, no tan frio, definitivamente no frio}

Donde $\mu_F(x) = [0,1]$ representa el grado de membresía con el universo de discurso, grados centígrados.

Se representaría así:

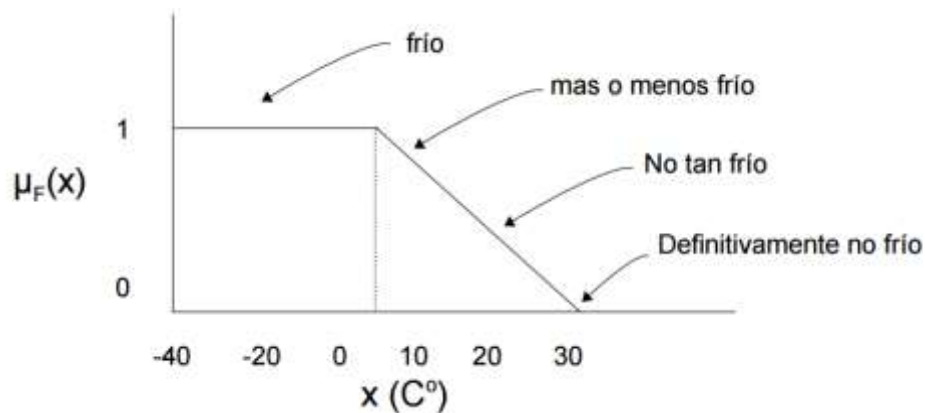


Ilustración 24 Función de membresía única para un universo de discurso

Fuente: Lógica Difusa - Guerrero Campos, José Luis

Esta función fuzzy dado que es única para efectos didácticos, el universo fuzzy puede estar compuesta por varias funciones de membresía y pueden estar intersectando y también pueden estar combinadas con otros tipos de funciones, como la que se muestra en la figura siguiente.

Asumimos que mi universo de discurso es EDAD y mis funciones de membresía están dadas por {joven, adulto, anciano}. Estoy definiendo:

Joven: de 0 a 30 años.

Adulto: de 25 a 65 años.

Anciano: de 60 a 100 años.

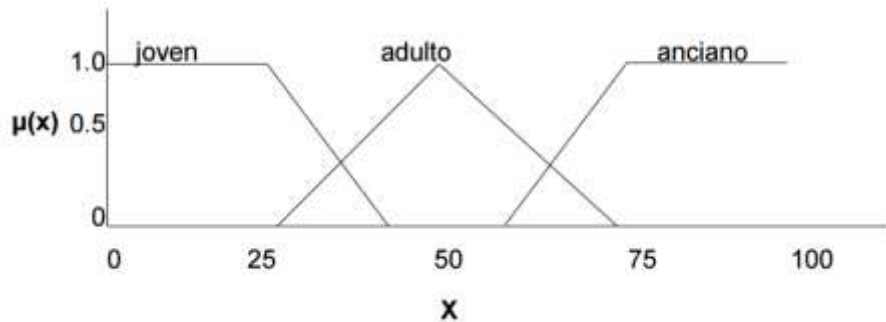


Ilustración 25 Varias funciones de membresía para un solo universo de discurso.

Fuente: Lógica Difusa” Guerrero Campos, José Luis “Editorial Lux

Tal como se indicaba, se puede tener varias funciones pero solo un universo de discurso. De forma matemática se puede expresar en forma generalizada:

Si consideramos un universo discreto de un discurso X con “n” valores cardinales, se tendría

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}.$$

Un conjunto fuzzy A en X puede ser representado como un set de pares ordenados de un genérico elemento de x en X y su grado de membresía o pertenencia, sería así³⁵:

$$A = \{(x_1, \mu_A(x_1)), (x_2, \mu_A(x_2)), \dots, (x_n, \mu_A(x_n))\}$$

2.4.7. Procedimiento de aplicación fuzzy.

Para llevar a cabo una solución con lógica difusa, se tienen unos pasos estructurados que luego aplicaremos a la solución de este trabajo de aplicación final.

³⁵ Fuzzy Expert System Applied in Hiring Ratings and Long Term Job Performance Prediction. Dana Balas-Timar, Valentina E. Balas

Se denomina sistema de inferencia difuso, el cual tiene tres componentes conceptuales para una aplicación básica: reglas difusas, diccionario (con funciones de pertenencia) y mecanismo de raciocinio.

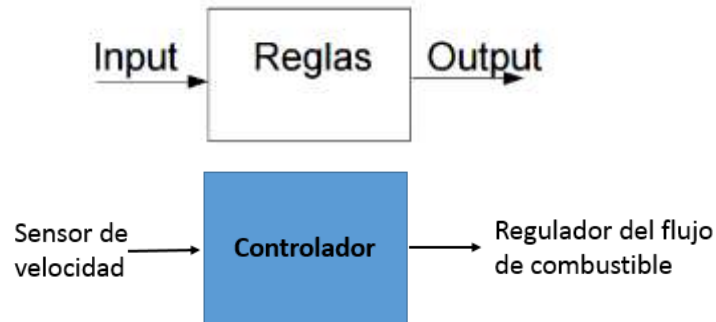


Ilustración 26 Proceso general de una aplicación fuzzy

Fuente: “Lógica difusa - Guerrero Campos, José Luis

Es decir si se tiene un sensor de velocidad que entrega una señal pequeña, que pasaría a ser el universo de discurso, por ejemplo RPM, el controlador debe determinar niveles de velocidad y de acuerdo a eso sacar una acción para enviar una señal que regule el flujo de combustible. ¿Cómo realizamos ese raciocinio? Aquí entra un mecanismo propio de la lógica difusa que ayuda a interpretar el lenguaje humano, pasar a lenguaje de máquina (pc) y devolver luego en lenguaje humano. El mecanismo de inferencia fuzzy para convertir variables lingüísticas y decodificar se llama fuzificación y desfuzicacion, los componentes se muestran en la siguiente figura.³⁶

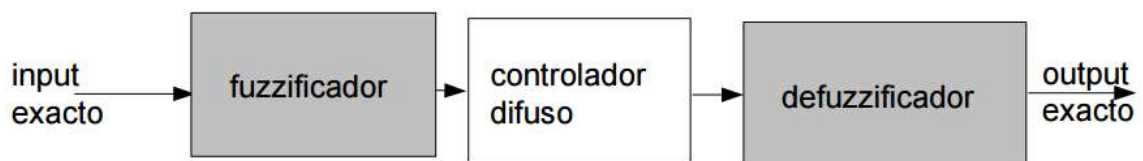


Ilustración 27 Máquina de inferencia fuzzy.

Fuente: Aplicación Lógica Difusa - Guerrero Campos, José Luis

³⁶ Procesos básicos de Gestion de Recursos Humanos. José Sánchez Pérez

Dónde:

El fuzzificador, está referido a adaptar el universo de discurso y crear las funciones de membresía. Tanto para la entrada como para la salida.

El controlador difuso está referido a crear las reglas fuzzy, sigue la lógica sencilla:

Si $(X=x)$ y $(Y=y)$ entonces $(Z=z)$

Dependiendo del tipo de controlador, este seguirá una lógica de procesamiento de la información.

Controlador difuso tipo Mandani : Este tipo de controlador NO necesita modelamiento matemático y las entradas y salidas son valores discretos.

Opera con la lógica: “if”, “then”, “else”. Para varias funciones de membresía al intersectarse usa también varios métodos de salida final, siendo la más usada la del centro de gravedad entre todas las superficies intersectadas.

Controlador difuso tipo Takagi-Sugeno-Khan: Este controlador SI necesita de un modelo matemático y las entradas y salidas son funciones, para varias funciones de membresía que cumplen una regla, la salida está dada por la media ponderada de las funciones.

Para el presente trabajo el controlador más adaptable es el tipo Mandani, dada la adecuación a la problemática a resolver. Por ejemplo: decidir la contratación de una persona es un valor puntual en la toma de decisiones.

El desfuzzificador está referido a trasladar el valor fuzzy a la variable lingüística convertida en su valor numérico.

Para aplicación práctica se va usar el software Matlab de la empresa Mathworks el cual cuenta con su aplicación Fuzzy Logic Designer (FLD) que permite seguir toda esta secuencia de forma automática.

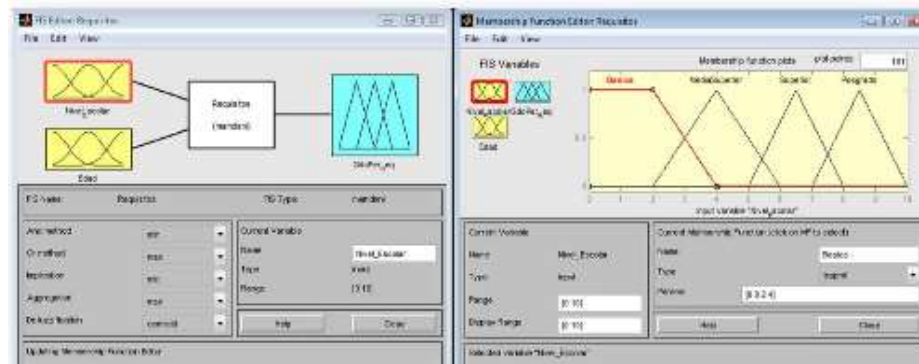


Ilustración 28 Fuzzy Logic – utilizando Matlab

Fuente: Elaboración propia

Las ventajas que otorga este aplicativo de Matlab está en sus siguientes características:

- Software para uso académico con bajos costos.
- Entorno de uso gráfico intuitivo, no se necesita conocer de un lenguaje de programación.
- Construcción de las funciones de membresía con librería a elección del diseñador.
- Diseño propio y ágil de las reglas fuzzy.
- Uso de algoritmos que son ocultos al usuario y están validados en aplicaciones reales.
- Interface gráfica de resultados que rápidamente permiten la visualización de resultados y dar conclusiones lógicas.
- Amplia comunidad de usuarios y recursos en internet.

Base de reglas difusas

La base de reglas es la manera que tiene el sistema de guardar el conocimiento linguístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo if- then.

Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión. En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas.

Defuzzificador

La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, lo cual significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (como un controlador) que solo manipule información numérica.

Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, hay que convertir la salida difusa del mecanismo de inferencia; este proceso lo realiza el defuzzificador.

Sistemas Sugeno

En los sistemas difusos tipo Sugeno, los valores que arrojan los consecuentes de las diferentes reglas que se han activado en un momento determinado ya son valores numéricos por lo que no se necesita una etapa de Defuzzificación³⁷.

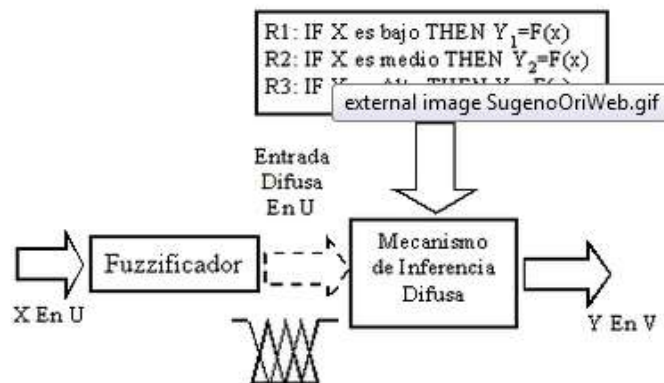


Ilustración 29 Sistema Sugeno , procesamiento general

Fuente : Información y Control Fuzzy.- Zadeh, L.A. (1965).

³⁷ <http://logicadifusaluar.wikispaces.com/>

Las reglas de la base de conocimiento de un sistema Sugeno son diferentes a las de los sistemas Mamdani pues el consecuente de estas reglas ya no es una etiqueta lingüística sino que es una función de la entrada que tenga el sistema en un momento dado, esta se ilustra a continuación.

IF la entrada es baja then la salida = F entrada

Donde el antecedente es : IF la entrada es baja.

Donde el consecuente es : la salida F entrada

En los sistemas difusos tipo Sugeno, los valores que arrojan los consecuentes de las diferentes reglas que se han activado en un momento determinado ya son valores numéricos por lo que no se necesita una etapa de Defuzificación.

Defuzificación

Después de la inferencia, tendremos una conclusión difusa, una variable lingüística cuyos valores han sido asignados por grados de pertenencia, sin embargo usualmente necesitamos un escalar que corresponda a estos grados de pertenencia, a este proceso se le llama defusificación.

2.4.8. Función de pertenencia Trapezoidal

Para el proyecto se funcionara el proceso de trapezoidal ya que se considera uno de los procesos mejor planteado para el proyecto.

Para determinar el grado de pertenencia de X , deberán indicarse cuatro parámetros, cada uno de ellos será mapeado en cinco operaciones que definen la función de pertenencia trapezoidal. De los parámetros indicados el primero se refiere al límite inferior en donde el grado de pertenencia comienza a dejar de ser 0 “Cero” por la izquierda, es decir la No pertenencia

Los siguientes dos parámetros son los puntos de la recta donde el grado de pertenencia es total y por último el limite donde el grado de pertenencia

regresa a ser 0 “Cero” por la derecha, es decir la No Pertenencia y su universo de valores queda determinado por el mapeo de la función mostrada.

Ecuación

$$\mu_{\text{trapezoidal}}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$

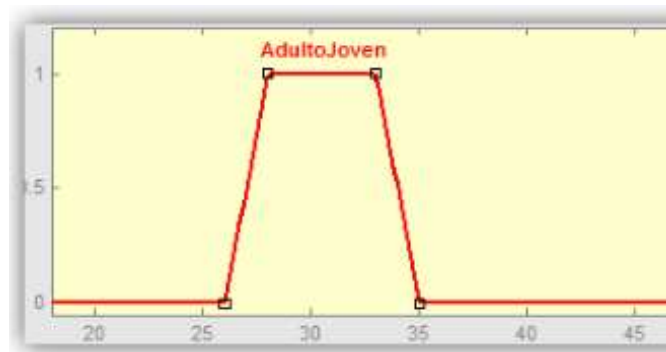


Ilustración 30 Función de pertenencia trapezoidal

Fuente: Information and Control-L. Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy

2.5. Reclutamiento y selección

La planeación de Personal es un proceso utilizado para establecer objetivos de la función de personal y para desarrollar estrategias adecuadas para alcanzar tales objetivos. La planeación de Personal puede hacerse de una manera relativamente formal o informal. El proceso de planeación tiende a seguir un modelo congruente que comprende: objetivos organizacionales, pronósticos, planes y programas, evaluación.

La planeación de personal debe estar integrada externa e internamente. Externamente con los planes generales de la organización. Internamente, la planeación del personal debe integrarse en la planeación de todas las funciones de personal como reclutamiento, capacitación, análisis de puestos y desarrollo, que deben estar integradas o coordinadas.

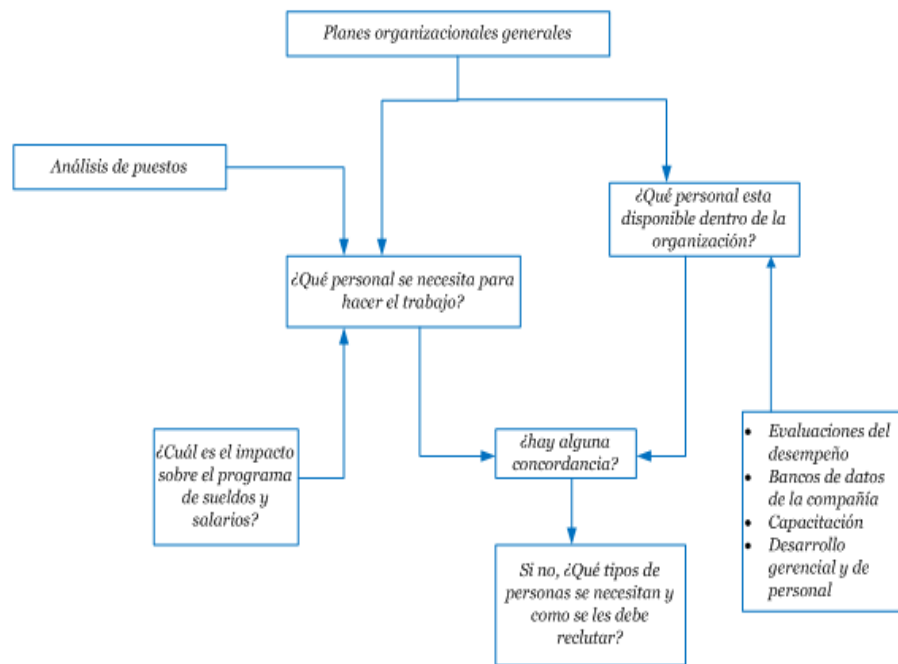


Ilustración 31 Planeación y análisis reclutamiento y selección

Fuente: Psicología Aplicada al Trabajo - Muchinsky, Paul M. (2002).. (6ª ed.).

La planeación de personal es el proceso de anticipar y prevenir el movimiento de personas hacia el interior de la organización, dentro de ésta y hacia fuera. Su propósito es utilizar estos recursos con tanta eficacia como sea posible, donde y cuando se necesiten, a fin de alcanzar las metas de la organización³⁸.

³⁸ Muchinsky, Paul M. (2002). Psicología Aplicada al Trabajo. (6ª ed.). México: Thomson

2.5.1. Planeación de reclutamiento y selección del personal

Reclutamiento, es un conjunto de técnicas y procedimientos que se proponen atraer candidatos potencialmente calificados y capaces para ocupar puestos dentro de la organización (Chiavenato, 2007, p. 149).

Los procedimientos de selección de personal tienen como objetivo evaluar las características y circunstancias de los candidatos a un puesto de trabajo para elegir, entre una multitud, a la persona que más se adapte al perfil profesional que necesita la empresa para cubrir dicho puesto. En este punto es importante resaltar que no se suele elegir al mejor candidato en términos absolutos, sino al que más y mejor se ajuste a las características del puesto solicitado.³⁹

El número de candidatos que se presenta a una oferta de trabajo es bastante elevado, por lo que es necesario hacer una criba inicial que haga que el proceso se menos largo y costoso. El objetivo no es otro que reducir el número de candidatos a una cantidad adecuada para realizar las distintas pruebas programadas a posteriori.

La forma más común de hacer esta preselección es basándose en los currículum vitae de los candidatos. En esta primera criba deben descartarse a los candidatos que no cuenten con la formación adecuada necesaria para el puesto de trabajo o cuya experiencia profesional no sea suficiente. La preselección es difícil y ha de asumirse el riesgo de descartar a candidatos que podrían encajar bien en nuestra oferta de trabajo⁴⁰.

³⁹ Osca, A. (ed.) (2006). Selección, evaluación y desarrollo de los recursos humanos Madrid: Sanz Tomas

⁴⁰ Muchinsky, Paul M. (2002). Psicología Aplicada al Trabajo. (6ª ed.). México: Thomson

2.5.2. Introducción al Reclutamiento y selección

Una organización es una unidad compuesta por dos personas o más, que funciona con relativa constancia a efectos de alcanzar una meta o una serie de metas comunes. La forma en que esas personas trabajan e interaccionan entre sí, determinará en gran medida el éxito de la organización.

En este sentido, la importancia que adquiere la forma en que se elige al personal es evidente. Personas poco capacitadas provocarán grandes pérdidas a las empresas tanto por errores en los diversos procedimientos, como en tiempo perdido. Igualmente, personas con un carácter no adecuado producirán conflictos, alterando la armonía que debe existir entre los individuos, lo cual inevitablemente afectará el desempeño laboral general.

Por tal motivo, es necesario que exista una forma rigurosa y eficaz de reunir al mejor contingente posible para el éxito de la organización.

2.5.3. Reclutamiento

Reclutamiento, es localizar, identificar y atraer a los candidatos más capaces (Robbins, 2010, p. 211).

Es el proceso de identificar e interesar a candidatos capacitados para llenar las vacantes. El proceso de reclutamiento se inicia con la búsqueda y termina cuando se reciben las solicitudes de empleo. Se obtiene así un conjunto de solicitantes, del cual saldrán posteriormente los nuevos empleados. El proceso de selección se considera independientemente del reclutamiento.

Las descripciones de puestos constituyen instrumentos esenciales, proporcionan la información básica sobre las funciones y responsabilidades que incluye cada vacante⁴¹.

2.5.4. Proceso de selección de personal

Es indispensable que todos y cada uno de los puestos de la organización se encuentren definidos y analizados, conociendo lo mejor posible las actividades y responsabilidades que tienen que cumplirse, así como los requisitos mínimos que el trabajo exige a la persona que lo ocupe, de tal manera que pueda desempeñarlo con la eficiencia requerida y desarrollar sus capacidades.

El proceso de reclutamiento y selección de personal, es todo un complejo sistema para medir las habilidades de la persona, cuáles son sus inquietudes, calificarla en relación al trabajo que desempeñara, identificar sus aspiraciones, limitaciones, y finalmente colocarla, en el proceso que le es más adecuado.

(Orozco, 1980)

La complejidad y cantidad de los pasos que lo integran variará de empresa a empresa debido, principalmente a los costos y recursos requeridos, como de puesto a puesto. Cada uno de los pasos de este proceso será excluyente. Esto significa que aquellos candidatos que no califiquen satisfactoriamente alguno de los pasos, serán eliminados y no podrán, por lo tanto, seguir adelante.

2.5.5. Procedimiento para el proceso de selección de personal.

Por su naturaleza, los esquemas utilizados para la selección de personal están sujetos a la subjetividad por estar condicionados al contacto personal

⁴¹ Alcover, C.M., Martínez, D., Rodríguez, F.y Dominguez, R. (2004). Introducción a la psicología del trabajo. Madrid: McGraw-Hill

Consisten de una sucesión de etapas en las que se irán eliminando sucesivamente los candidatos que se consideran menos adecuados, a su vez que se intenta captar las cualidades positivas que poseen para la realización de las tareas que definen el puesto de trabajo.

A continuación se muestran dichas etapas, en la primera de ellas no interviene el candidato al puesto sin embargo es muy importante mencionarla porque es la base sobre la que se registrará todo el proceso de selección de personal, a saber muy importante mencionarla porque es la base sobre la que se registrará todo el proceso de selección de personal, a saber⁴²

1) Establecimiento del perfil del puesto de trabajo.

A través del análisis de las responsabilidades y tareas encomendadas con posibilidades objetivas para su realización Su elaboración es importante porque determina las técnicas que deben ser utilizadas para la selección y de él depende que la persona seleccionada sea la que mejor se identifique con las tareas encomendadas.

2) Elaboración del formulario de ingreso.

Es un documento que debe llenar el candidato, en él se registran sus datos personales, la actividad profesional desarrollada, así como su historial académico, adaptados a las necesidades de la empresa. El objetivo es obtener información general de cada candidato y descartar aquellos que de manera muy evidente no reúnen los requisitos mínimos exigidos.

3) Realización de la entrevista.

El objetivo de la entrevista consiste en la comprobación de los datos suministrados a través del formulario y los obtenidos a partir de otras fuentes, y conseguir ampliar la información que la empresa posee de cada uno de los

⁴² Anderson, N.; Ones, D. S.; Sinangil, H. K.; Viswesvaran, Ch. (eds.). Handbook Of Industrial, Work And Organizational Psychology. (vol.2.). London: Sage

candidatos. Además, permite facilitar al candidato los datos que desea conocer sobre la empresa y las tareas que deberá realizar, para que pueda formarse una imagen del entorno en el que va a desenvolverse si resulta aceptado.

2.5.6. Análisis de puestos.

Para lograr el eficiente desarrollo de un puesto, es necesario hacer una clasificación pormenorizada de lo que se hace en éste, así como de las características, conocimientos y aptitudes personales que deben tener los aspirantes para poder desempeñarlo.

El análisis de puestos es la técnica que sirve para delimitar la objetividad del trabajo y las características que debe satisfacer el individuo que vaya a realizarlo.

El análisis de puestos ayuda a definir los requisitos que tiene cada puesto, a partir de esto es posible establecer el perfil del candidato ideal para ocuparlo y tener una base de comparación de cada candidato con el perfil ideal identificado.

El fin genérico del análisis de puestos es la obtención de información relativa a las características, niveles de autoridad y responsabilidad de los diferentes puestos de una organización para determinar las capacidades habilidades que debe tener una persona para ocuparlo; sin embargo, como finalidades específicas están las siguientes⁴³

- 1) Mejoramiento de los sistemas de trabajo
- 2) Establecer una base para el reclutamiento y selección de personal.
- 3) Establecer una base para el reclutamiento y selección de personal.
- 4) Reparación de exámenes de admisión adecuados
- 5) Estructuración de programas de entrenamiento

⁴³ Ribiera Handbook Of Industrial, Work And Organizational Psychology. (vol.2.). London: Sage

- 6) Desarrollo de la valuación de puestos
- 7) Mejoramiento de los sistemas de trabajo

Al existir el análisis de puestos se delimitan las obligaciones de cada empleado, precisa las cualidades y responsabilidades que tiene cada trabajo, facilita la planeación y distribución de las labores y orienta tanto al empresario como al trabajador en el desarrollo de sus funciones.

2.5.6.1. Base para el reclutamiento y selección de personal.

Sirve como base para el área de Reclutamiento y Selección de personal de la organización porque se determinan las autoridades y responsabilidades, así como las características, habilidades, conocimientos y experiencia para el puesto, esto en cierta medida permite una selección juiciosa y eficiente porque se está en posibilidad de hacer mensuraciones precisas y objetivas de los solicitantes de empleo.⁴⁴

Descripción del puesto

Se divide en tres partes:

- 1) La identificación o encabezado:** Es el término con el que se reconoce y se determina un puesto, en él todo el conjunto de operaciones y requisitos complejos que integran un puesto, tienen que designarse con una sola palabra, o a lo más, con unas cuantas (Reyes, 2000)
- 2) La descripción genérica** Debe ser muy breve, consiste en una explicación de las actividades del puesto, considerado como un todo y su redacción explícita y concreta debe dar una idea general de lo que se hace en el puesto descrito

⁴⁴ Evers, A.; Anderson N.; Voskuiljl, O. (eds.). (2005). Hanbook of personnel selection.

3) La descripción específica: Consiste en una exposición detallada de las operaciones que realiza cualquier trabajador en detallada de las operaciones que realiza cualquier trabajador en un puesto determinado.

2.5.7. La especificación del puesto.

Para el presente estudio, es este inciso el que más interesa en el capítulo que ahora se trata, porque a través de la especificación del puesto es posible obtener los requisitos mínimos que deberán exigirse a la persona que ocupe el puesto

Estos requisitos denominados también factores, pueden clasificarse en cinco y son:

- Escolaridad y conocimientos
- Experiencia
- Requisitos
- Responsabilidad
- Condiciones de trabajo

Disponibilidad interna y externa de recursos humanos:

La tasa de desempleo en el área, las condiciones del ramo de la compañía, a abundancia o escasez en la oferta de personal, los cambios en la legislación laboral y las actividades de reclutamiento de otras compañías incluyen en la tarea de obtener un grupo de solicitantes para una ocupación dada. Aunque estos factores se incluyen en la planeación de recursos humanos, con frecuencia las condiciones económicas varían rápidamente.

2.5.8. Prácticas de reclutamiento:

Con frecuencia, las organizaciones tienden a perpetuar políticas y prácticas que dieron resultado en el pasado, sin someterlas a un análisis crítico, sin considerar que conviene revisarlas con frecuencia. Requisitos del puesto:

El reclutador debe hacerse la pregunta: ¿Qué es lo que realmente requiere este puesto? A niveles intermedios, se ha determinado que con frecuencia las habilidades realmente esenciales son la capacidad de leer y escribir bien, una actitud de responsabilidad profesional, y la capacidad de comunicarse con otras personas. La disposición para aprender es también una característica crucial. Por lo general, las personas más calificadas y con más experiencia solicitarán ingresos más altos.

Una segunda dificultad deriva del bajo nivel de satisfacción en el trabajo que es posible que una persona excesivamente calificada va a encontrar en un puesto que presenta mínimos desafíos a su capacidad profesional.

Determinar exactamente cuáles serán las responsabilidades del puesto que se intenta llenar es la única alternativa para obtener candidatos adecuados. Es esencial responder a lo siguiente:

Para desempeñar este puesto:

- ¿Qué es necesario hacer?
- ¿Qué es necesario saber?
- ¿Qué es necesario aprender?
- ¿Qué experiencia es realmente relevante?

2.5.9. Componentes básicos del reclutamiento

El reclutamiento implica un proceso que varía según la organización. Consiste en un conjunto de técnicas y procedimientos orientados a atraer candidatos potencialmente calificados y capaces de ocupar cargos dentro de la organización. Para lograr su cometido, el reclutamiento debe atraer suficiente cantidad de candidatos para abastecer de modo adecuado el proceso de selección. Además, consiste en realizar actividades relacionadas con la investigación e intervención en las fuentes capaces de proveer a la empresa el número suficiente de personas para conseguir los objetivos.

El reclutamiento exige una planeación rigurosa constituida por una secuencia de tres fases:

- Investigación interna sobre las necesidades.
- Investigación externa del mercado.
- Métodos de reclutamiento por aplicar

En otras palabras, en éstas fases se distinguen: las personas que la empresa requiere, lo que el mercado de recursos humanos puede ofrecerle y las técnicas de reclutamiento. Así, un esquema general de un proceso de reclutamiento implicaría:

- Planeación de los recursos Humanos
- Recepción de las solicitudes específicas de personal
- Identificar las vacantes requeridas
- Obtener información del análisis del puesto
- Confrontar las indicaciones de la gerencia
- Verificar los requerimientos del puesto

- Aplicar el método adecuado de reclutamiento
- Obtener los candidatos óptimos para el proceso de selección⁴⁵

2.5.10. Acciones que deben realizar antes de iniciar las actividades de reclutamiento.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se puede deducir que las empresas tienen varias alternativas antes de iniciar un proceso de reclutamiento, con el fin de solucionar inconvenientes en materia de personal. Estas alternativas se deben basar en las circunstancias que rodean el entorno:

Disponibilidad interna y externa de los recursos humanos, las políticas de la empresa, los planes de recursos humanos, las prácticas del reclutamiento y los requerimientos del puesto. Las prácticas van desde los ascensos o traslados, pagos de horas extras, subcontratación externa de actividades, empleados temporales.

La empresa debe considerar como base para desarrollar un esquema de un proceso de reclutamiento información referente a: Indicadores económicos, prácticas de reclutamiento de otras empresas, presupuestos de ventas, metas previstas; políticas de promoción interna de la empresa, políticas salariales.⁴⁶

2.5.10.1. Reclutamiento interno, externo.

El reclutamiento es interno cuando, al presentarse determinada vacante, la empresa intenta llenarla mediante la reubicación de sus empleados, los cuales pueden ser ascendidos (movimiento vertical) o traslados (movimiento horizontal) o transferidos con ascenso (movimiento diagonal).

⁴⁵ Fernández-Ballesteros, R.; De Bruyn, E.E.; Godoy, A.; Hornke, L.; Ter Laak, J.;

⁴⁶ Herriot, P. (ed.) (1995). *Assessment and Selection in Organizations*. (2nd ed.). New York: John Wiley &

El reclutamiento interno puede implicar:

- Transferencia de personal
- Ascensos de personal
- Transferencia con ascenso de personal
- Programas de desarrollo de personal
- Planes de "profesionalización" (carreras) de personal.

2.5.10.2. Métodos que se utilizan en el reclutamiento interno:

Enunciar los métodos que se utilizan en el reclutamiento interno.

- El reclutamiento interno se basa en los empleados actuales que pueden ser promovidos o transferidos o que puedan absorber las funciones que se requiere llenar.
- El reclutamiento interno se basa en datos e informaciones relacionados con los otros subsistemas del proceso de gestión del recurso humano, a saber:
- Resultados obtenidos por el candidato interno en las pruebas de selección a los que se sometió para su ingreso en la empresa.
- Resultados de las evaluaciones de desempeño del candidato interno.

2.5.10.3. Reclutamiento externo.

El reclutamiento externo opera con candidatos que no pertenecen a la organización. Cuando se presenta una vacante, la organización intenta llenarla con personal de afuera, o sea los candidatos externos atraídos por las técnicas de reclutamiento. El reclutamiento externo incide sobre los candidatos reales o potenciales, disponibles o empleados en otras organizaciones.

Una organización puede optar por un programa de reclutamiento externo por las razones siguientes:

- Trae "sangre nueva" y nuevas experiencias a la organización. La entrada de recursos humanos ocasiona siempre una importación de ideas nuevas y diferentes enfoques acerca de los problemas internos de la organización y, casi siempre, una revisión de la manera como se conducen los asuntos dentro de la empresa. Con el reclutamiento externo, la organización como sistema se actualiza con respecto al ambiente externo, y se mantiene al tanto de lo que ocurre en otras empresas.
- Renueva y enriquece los recursos humanos de la organización, sobre todo cuando la política es recibir personal que tenga idoneidad igual o mayor que la existente en la empresa.

2.5.10.4. Ventajas del Reclutamiento Externo:

El reclutamiento externo ofrece las ventajas siguientes:

- El ingreso de nuevos elementos a la empresa ocasiona siempre una importación de ideas nuevas y diferentes enfoques acerca de los problemas internos de la empresa y , casi siempre una revisión de la manera de cómo se conducen los asuntos de la empresa. Permite mantenerse actualizada con respecto al ambiente externo y a la par de lo que ocurre en otras empresas.
- Renueva y enriquece los recursos humanos de la empresa.
- Aprovecha las inversiones en preparación y en desarrollo de personal efectuadas por otras empresas o por los propios candidatos. Muchas empresas prefieren reclutar externamente y pagar salarios más

elevados, para evitar gastos adicionales de entrenamiento y desarrollo y obtener resultados de desempeño a corto plazo.⁴⁷

2.5.10.5. Desventajas del Reclutamiento Externo:

El reclutamiento externo también presenta las desventajas siguientes:

- Generalmente absorbe más tiempo que el reclutamiento interno. Requiere la utilización de apropiadas técnicas de selección y el uso efectivo de apropiadas fuentes que permitan la captación de personal. Cuanto más elevado es el nivel del cargo, más previsión deberá tener la empresa, para que la unidad o área de reclutamiento no sea presionada por los factores de tiempo y urgencia en la prestación de sus servicios.
- Es más costoso y exige inversiones y gastos inmediatos con anuncios de prensa, honorarios de agencias de reclutamiento, gastos operacionales de salarios y obligaciones sociales del equipo de reclutamiento, material de oficina.⁴⁸

2.5.11. Factores y Métodos del Reclutamiento Externo

Distinguir entre los factores y los métodos del reclutamiento externo.

- Identificar varias fuentes y métodos del mismo.
- Las técnicas de reclutamiento son los métodos utilizados por la organización para divulgar la existencia de una oportunidad de trabajo, junto con las fuentes de recursos humanos más adecuadas.

⁴⁷ Recruitment and Selection. The Investors in People guide to attracting and keeping the right personnel to help your business grow. London: Investors in People.

⁴⁸ Honkanen, H.; Nyman, K. (2002). Handbook of good practice in personnel assessment. Helsinki: Psychologien Kustannus

- Se denominan también vehículos de reclutamiento, ya que en lo fundamental son medios de comunicación.
- En el reclutamiento externo hay dos maneras de enfocar las fuentes de reclutamiento: el enfoque directo y el enfoque indirecto.

2.5.12. Procedimiento de reclutamiento en forma grafica

El proceso de selección consta de una serie de pasos lógicos encaminados a seleccionar el personal idóneo para ocupar el puesto de trabajo, entre los cuales se incluyen: batería de pruebas de idoneidad, entrevistas, verificación de datos y exámenes físicos.

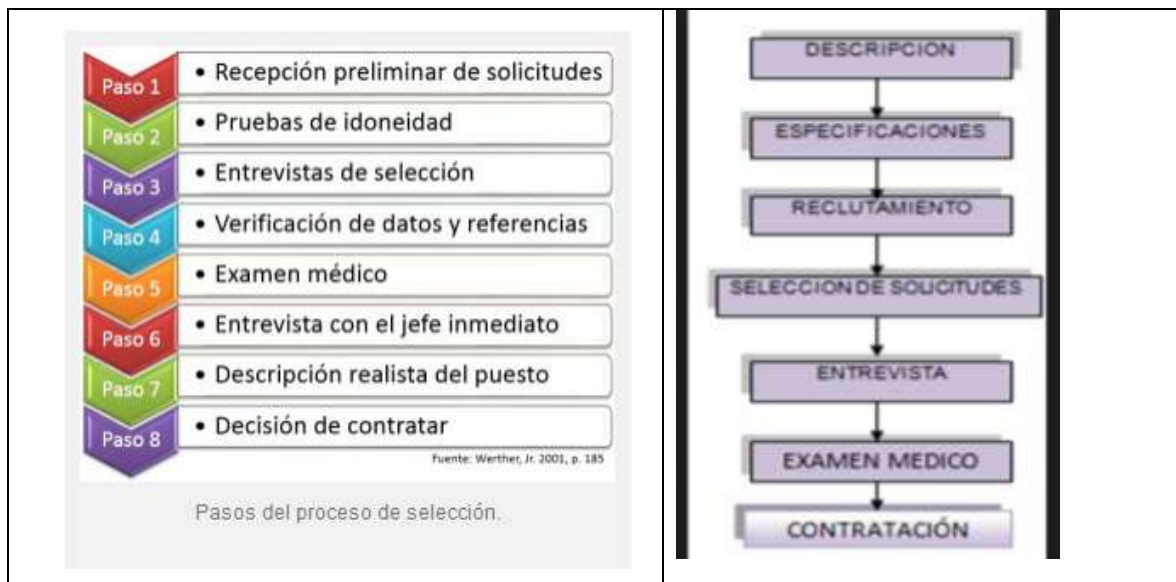


Ilustración 32 Procedimiento de reclutamiento en forma gráfica.

Fuente: Administración Moderna – Agustín Reyes Ponce – México Limusa.

Durante el Proceso de Selección es necesario realizar varias entrevistas, el número de entrevistas depende del nivel de responsabilidad de la vacante, este número es definido por Recursos Humanos.

2.5.13. La importancia del currículum vital

Un currículum vitae es tu carta de presentación a la empresa a la que optes en tu búsqueda de empleo. Los encargados de seleccionar personal se encontrarán con tu currículum vitae como primera referencia y, por lo tanto, la importancia de un buen currículum vitae radica en que, presentar un currículum pobre o un buen currículum puede marcar una diferencia crucial: la de encontrar o no trabajo.



Ilustración 35 La importancia del currículum

Fuente: Reclutamiento, contratación e inducción del personal – Jaime A. Grados.

La importancia de un buen currículum vitae radica también en el hecho de que es básicamente indispensable presentarlo como primer paso para la búsqueda de empleo.

No puedes prescindir del currículum y debes darle la importancia que merece, esforzándote en resumir todas tus experiencias académicas y laborales, ofreciendo una información clara, comprensible y en la que destagues todas aquellas cosas que puedan resultar más interesantes a la empresa a la que te diriges para buscar empleo.

El objetivo de un currículum vitae es, de entrada, captar la atención de la persona encargada de “reclutar” personal para su empresa, así que, insistimos en la idea de que es un error subestimar la importancia de un buen currículum vitae (es decir, la experiencia que realmente puedes aportar, tanto a nivel académico como laboral, y que será la que, al fin y al cabo, te abrirá más puertas dentro de tu sector), como también a nivel de presentación



Ilustración 36 Estructura del currículum

Fuente: Reclutamiento, contratación e inducción del personal – Jaime A. Grados.

Al momento de enfrentar la búsqueda de un empleo se tienen que seguir una serie de pasos, los cuales deben ser realizados de manera cuidadosa para no incurrir en algún “pequeño” error que a la larga se transforma en el gran causal de por qué no se es llamado a alguna entrevista. Un error común que cometen las personas es presentar su currículum vitae (CV) mal redactado, poco claro, con faltas de ortografías o sin comunicar nada de la persona en términos personales y profesionales, lo que habla de manera negativa del postulante, ya que el CV es la carta de presentación ante una empresa.



Ilustración 37 La importancia del currículum

Fuente: Reclutamiento, contratación e inducción del personal – Jaime G.

Para introducirnos en el tema, damos cuenta que la gran mayoría usa la palabra curriculum vitae pero no todos saben qué significa realmente este documento. Un CV es un documento breve que da a conocer los datos personales, las competencias y experiencias laborales del aspirante al puesto de trabajo.

Para considerar:

- La hoja de vida debe ser claro, legible y estructurado.
- Debe contener cuatro pilares fundamentales: datos personales, aspectos importantes de educación, experiencias laborales y proyecciones laborales.
- No es recomendable utilizar muchos términos técnicos, ya que dificultan la lectura de él.
- Aunque se posee una vasta experiencia hay que tratar que el CV esté contenido en una página.

- El CV no es una biografía, se debe escribir únicamente las experiencias que más significativas e importantes.
- Tratar de ser creativo en la presentación apuntando el nivel justo de formalidad o informalidad de la empresa a la cual se está postulando.

2.6. ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PERSONAL

Este estudio intenta explorar los elementos necesarios para el conocimiento acerca de cómo las organizaciones de la comuna, realizan el proceso de reclutamiento y selección de personal. Para ello, se abordan los principales fundamentos teóricos y prácticos vinculados al tema. Así mismo, se presentan y analizan los resultados de una encuesta del ministerio de educación, la importancia que tiene para las organizaciones este proceso, los aspectos más importantes que consideran al momento de seleccionar a un candidato, las ventajas de aplicar una técnica y no otras, los métodos más utilizadas y una serie de datos que aportan de manera significativa al estudio. El 63% de los bachilleres bolivianos asistirá a la universidad en 2017.

Este año egresarán de los colegios bolivianos 54 mil estudiantes, de los cuales 16 mil concurrirán a la universidad estatal y 12 mil a las privadas. La Universidad Gabriel Moreno atrae a los estudiantes por sus becas de estudio, así como las múltiples actividades de extensión e investigación que realiza⁴⁹

Según datos de la Dirección Departamental de Educación, este año egresarán de los colegios 54 mil estudiantes (9 mil más que el año pasado) de los cuales el 63% asistirá a las universidades: 19 mil lo harán en la estatal y 16 mil en las privadas. El resto de la población estudiantil concurrirá a algún

⁴⁹ http://www.la-razon.com/sociedad/Ciencia_tecnologia/-universidad-indicadores_0_2617538241.html

instituto técnico o se dedicará a trabajar, según autoridades del ministerio de educación de Bolivia⁵⁰.

Por su parte, el ministerio de Educación ha develado que las universidades públicas y privadas concentran aproximadamente medio millón de alumnos en el territorio nacional, en tanto los institutos técnicos y tecnológicos fiscales, de convenio y particulares reúnen casi 130 mil estudiantes en sus aulas.

Se asegura que cada año ingresan aproximadamente 10 mil estudiantes a la institución mediante el examen de la Prueba de Suficiencia Académica (PSA). Los restantes 6 mil lo hacen por medio de la admisión de los 10 mejores alumnos de cada colegio, los deportistas destacados, discapacitados y estudiantes de pueblos indígenas.

Según Ulloa, esta universidad capta la de los estudiantes por sus bibliotecas, laboratorios e infraestructura, además de las becas de estudio y sus múltiples actividades de extensión e investigación. El jerarca también reseñó que 10 mil jóvenes ingresarán en la ciudad y 6 mil en las provincias.

Situación Problemática

El incremento de microempresas en los últimos años ha permitido fomentar mayor fuente de empleo. El capital intelectual de una empresa, lo conforma las personas y es por eso que las empresas enfrentan buscar personas con diferentes capacidades y comprometidas a su trabajo y a la empresa.

⁵⁰ <http://www.minedu.gob.bo/index.php/styles/noticias-unicom>

No cabe duda que las pequeñas y medianas empresas buscan disminuir costos para así tener mayores ingresos para invertir, conllevando muchas veces a dejar de lado procesos de reclutamiento y selección de personas.

Todo empresario buscan empleados en diferentes áreas, en él se centraliza todas las actividades, es por eso que muchas veces el personal que una empresa contrata no cumple con las expectativas que el empresario busca, pues este contrata personal, sin tener bien definido el perfil y descripción del cargo a ocupar el personal conllevando muchas veces a conflictos, rencillas y demandas judiciales.

En la nueva situación se necesita un enfoque de búsqueda proactivo, a través de múltiples vías, capaz de llegar al candidato y de despertar su interés, la llegada de Internet a la sociedad, y su introducción en el ámbito de la empresa, permite mejorar el reclutamiento y ofrece un salto cualitativo en la forma de realizarlo. El reclutamiento a través de Internet constituye un importante exponente de la aplicación del e-business en la gestión de los recursos humanos.

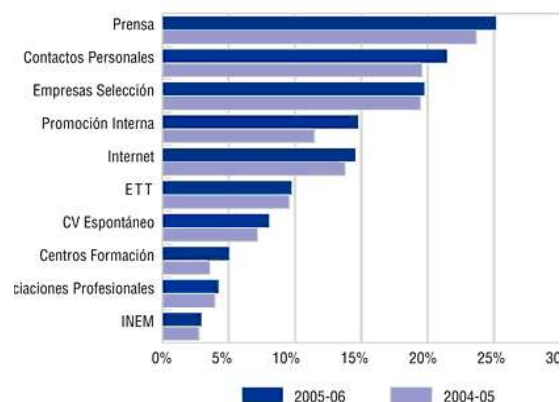


Ilustración 38 Avance del reclutamiento a través de Internet

Fuente: Reclutamiento a Través de Internet Autor: M.C. Varela Neira

El reclutamiento a través de Internet implica el uso de Internet como un canal por el que se pueden ofrecer los puestos y proporcionar información respecto al proceso de presentación de las candidaturas. Las empresas que utilizan reclutamiento on-line disfrutan de una ventaja competitiva sobre las que no lo utilizan. El reclutamiento on-line es relativamente barato, llega a candidatos a los que no se podría acceder utilizando los métodos convencionales y puede ser más rápido y eficaz que otros métodos.

La ventaja del reclutamiento on-line será sostenible si las empresas son capaces de gestionar eficazmente el proceso; las que tengan el mejor software de análisis y la capacidad de respuesta más rápida disfrutarán de una ventaja (Thomas y Ray, 2001). Aunque Internet es útil para atraer, clasificar y contactar con los candidatos de un modo más efectivo, la interacción cara a cara es aún crucial en el proceso de contratación.

El 78% de los candidatos usa las redes sociales a diario, el 14% varias veces por semana y el 5% alguna vez por semana.

Más de un 80% de los internautas reconoce que hace más de 3 años que utiliza las redes sociales. Siendo más activos en Facebook (88%), Youtube (76%), LinkedIn (70%) y Twitter (54%).

Los motivos principales para abrir cuenta en redes sociales fueron contactar y comunicarse con amigos y/o familiares (86%), encontrar oportunidades de empleo (77%), establecer y mantener contactos profesionales (75%), conocer las últimas novedades en mi ámbito profesional (73%).

El 77% sí comunicaría a través de las redes sociales que está en búsqueda de empleo. El 49% de ellos lo comunicaría solamente en algunas redes sociales y el 28% en todas.

El 76% de los candidatos ha buscado alguna vez empleo a través de una red social.

2.6.1. Página web de la empresa.

Numerosas empresas importantes han incluido una sección de recursos humanos. En sus sitios web corporativos. La mayoría de las páginas de reclutamiento corporativo tienen un buscador para acceder a las vacantes de puesto, como ser Entel, YPFB, Tigo.

La información se introduce automáticamente en campos, de modo que el proceso es percibido como más rápido y fácil. La información recibida es homogénea, evitándose aquella que resulte excesiva e innecesaria.

2.7. Proceso Racional Unificado

2.7.1. Introducción RUP

El Proceso Racional Unificado es un proceso para el desarrollo de un proyecto de un software que define claramente quien, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto. Como 3 características esenciales está dirigido por los Casos de Uso: que orientan el proyecto a la importancia para el usuario y lo que este quiere está centrado en la arquitectura: que Relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden, y es iterativo e incremental: donde divide el proyecto en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen sus objetivos de manera más depurada, también se define como un proceso integral que ofrece la prueba del software y sistemas de entrega y puesta en práctica y para la gestión eficaz de un proyecto ⁵¹

⁵¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process

2.7.2. Características de RUP

Las principales características del RUP consiste en;

Objetivo	Proporcionar una visión general del RUP y UML como apoyo para el desarrollo de software de calidad.
Proceso	Un proceso define quien está haciendo, que, cuando lo hace, y como hacerle para alcanzar un objetivo.
Administración de requerimientos	Un requerimiento es una colección o capacidad con el que un sistema debe conformarse. La administración de requerimientos es una aproximación sistemática para la búsqueda, documentación, organización y seguimiento de los cambios en el requerimiento de un sistema.
Arquitectura basado en componentes	El objetivo principal de la arquitectura basada en componentes es asegurar componente reutilización.
Utilización de UML	Resulta de la unificación de los principales métodos de análisis y diseño orientado a objetos.

	 Diagrama de Modelos El diagrama muestra un cilindro central etiquetado como 'Modelos'. Desde este centro, se extienden líneas hacia diez grupos de tarjetas rectangulares. Las tarjetas están agrupadas en dos colores: cian y magenta. Las tarjetas cian incluyen: 'Diagramas de Secuencia', 'Diagramas de Colaboración', 'Diagramas de estados', y 'Diagramas de Actividad'. Las tarjetas magenta incluyen: 'Diagramas de Casos de uso', 'Diagramas de Clases', 'Diagramas de Objetos', 'Diagramas de Componentes', y 'Diagramas de Emplazamiento'.
Modelos visual	Un modelo es una simplificación de la realidad que describe completamente un sistema desde una perspectiva particular. El modelado es importante porque ayuda al equipo a visualizar, especificar construir y documentar la estructura y el comportamiento de la arquitectura del sistema.

2.7.2.1. Principios de desarrollo

El RUP está basado en 6 principios clave que son los siguientes:

Adaptación del proceso. El proceso deberá adaptarse a las características propias de la organización. El tamaño del mismo, así como las regulaciones que lo condicionen, influirán en su diseño específico. También se deberá tener en cuenta el alcance del proyecto.

Balancear prioridades. Los requerimientos de los diversos inversores pueden ser diferentes, contradictorios o disputarse recursos limitados. Debe encontrarse un balance que satisfaga los deseos de todos.

Demostrar valor iterativamente. Los proyectos se entregan, aunque sea de un modo interno, en etapas iteradas. En cada iteración se analiza la opinión de los inversores, la estabilidad y calidad del producto, y se refina la dirección del proyecto así como también los riesgos involucrados.

Colaboración entre equipos. El desarrollo de software no lo hace una única persona sino múltiples equipos. Debe haber una comunicación fluida para coordinar requisitos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados.

Elevar el nivel de abstracción. Un alto nivel de abstracción también permite discusiones sobre diversos niveles y soluciones arquitectónicas. Éstas se pueden acompañar por las representaciones visuales de la arquitectura, por ejemplo con el lenguaje UML.

Enfocarse en la calidad. El control de calidad no debe realizarse al final de cada iteración, sino en todos los aspectos de la producción.

2.7.3. El ciclo de vida de RUP

RUP divide el proceso en 4 fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

RUP es un marco de desarrollo, te indica una forma de enfocar un proyecto de desarrollo de software y después en función de la naturaleza del mismo haces las adaptaciones oportunas (sin salirte de las fronteras que te marca la metodología porque de lo contrario estaríamos hablando de algo que no sería RUP).

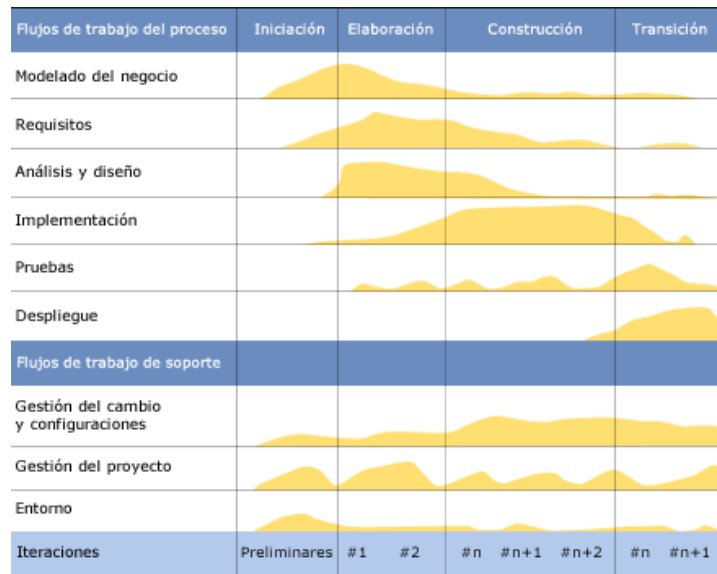


Ilustración 39 Ciclo de vida de RUP

Fuente: CARLSSON, C.H. Y FULLÉR, R. (2002): *Fuzzy*

En las iteraciones de cada fase se hacen diferentes esfuerzos en diferentes actividades.

- Inicio: Se hace un plan de fases, se identifican los principales casos de uso y se identifican los riesgos. Se define el alcance del proyecto
- Elaboración: se hace un plan de proyecto, se completan los casos de uso y se eliminan los riesgos
- Construcción: se concentra en la elaboración de un producto totalmente operativo y eficiente y el manual de usuario

III.MARCO REFERENCIAL

3.1. Recopilación de datos

Obtención de datos Para la obtención de los datos requeridos para el desarrollo del presente proyecto académico, se utiliza una metodología directa para la recopilación, obtención y análisis de los datos a ser utilizados

La recopilación de los datos será obtenida de las siguientes fuentes:

- Entrevista a los expertos, preguntas cerradas.
- Historia y procesos de selección del personal

3.1.1. Entrevista a expertos del área de RRHH

Se elaboraran y desarrollaran entrevistas para recabar información muy necesaria e importante para el diseño y desarrollo del sistema experto basado en lógica difusa para el proceso de reclutamiento y selección.

La entrevista será elaborada con el propósito de buscar información y datos que colaboren con el diseño del sistema experto y una vez tabuladas las mismas, determinar los requerimientos para el funcionamiento que tendrá el sistema, así también para determinar los factores que deberán ser considerados en el diseño del modelo difuso.

3.2. Análisis preliminar del proyecto

3.2.1. Modelo y procedimiento actual

Para conocer el proceso actual de reclutamiento y selección del personal se establecieron entrevistas y cuestionarios a los expertos que vienen trabajando en el proceso de reclutamiento y selección.

DIAGRAMA IDEF-0

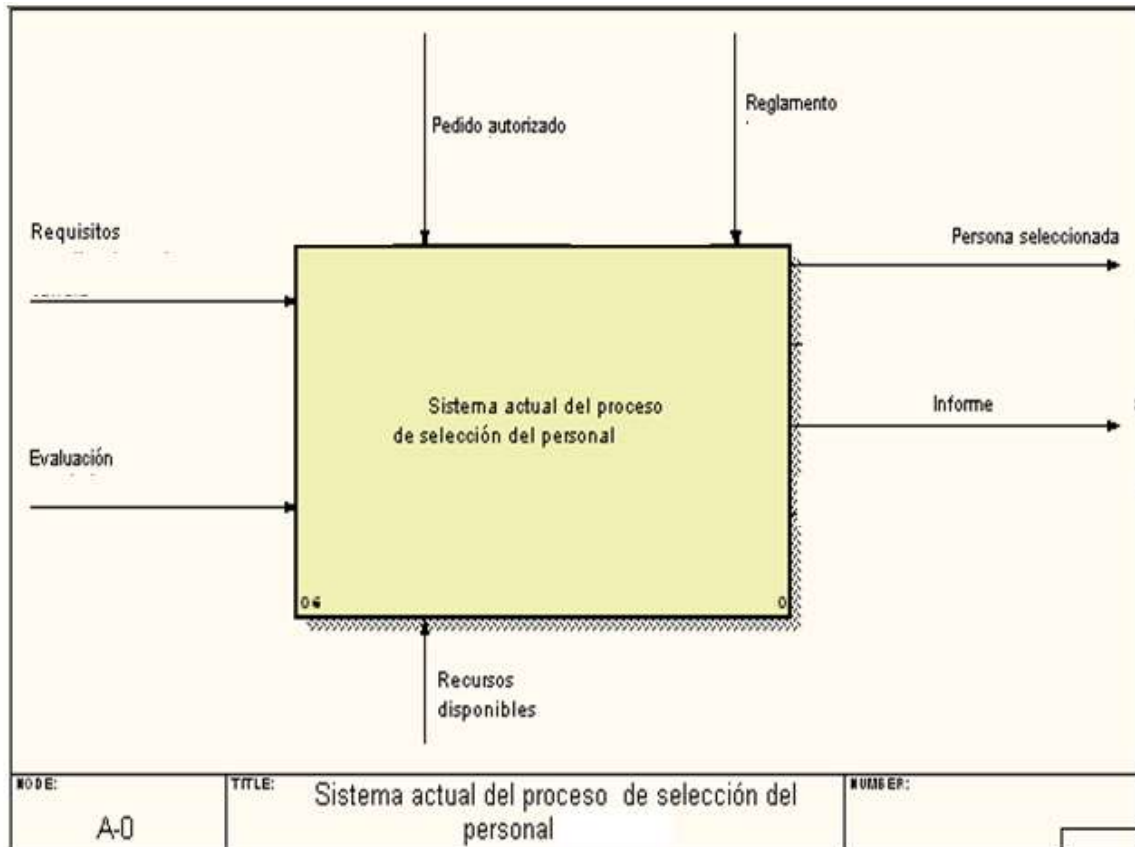


Ilustración 40 : Esquema de nivel - 0

Fuente : Elaboracion propia.

3.2.2. Diccionario del modelo de procesos del modelo actual.

Nombre	Descripción
Requisitos	Los requisitos son analizados evaluados y coordinados para determinar cuál es los posibles requisitos que necesita la empresa.
Evaluación	Hay que examinar la información recogida

	sobre el candidato en relación con el puesto de trabajo. Es aquí donde se determinará si el candidato puede desarrollar el trabajo o no, en función de las informaciones obtenidas
Pedido autorización	Se autoriza aprobar todas las contrataciones.
Reglamento	Se establece todas las normas o estatutos.
Persona contratada	Posible candidato con todos los requerimientos, que necesita para ocupar tal puesto.
Informe	Se da un informe de la persona contratada con todo su currículum, y se archiva.
Recursos disponibles	Proceso de reclutamiento y selección del personal interno , como ser si existe el posible candidato para la sustitución.

3.2.3. Diagrama IDEF-0

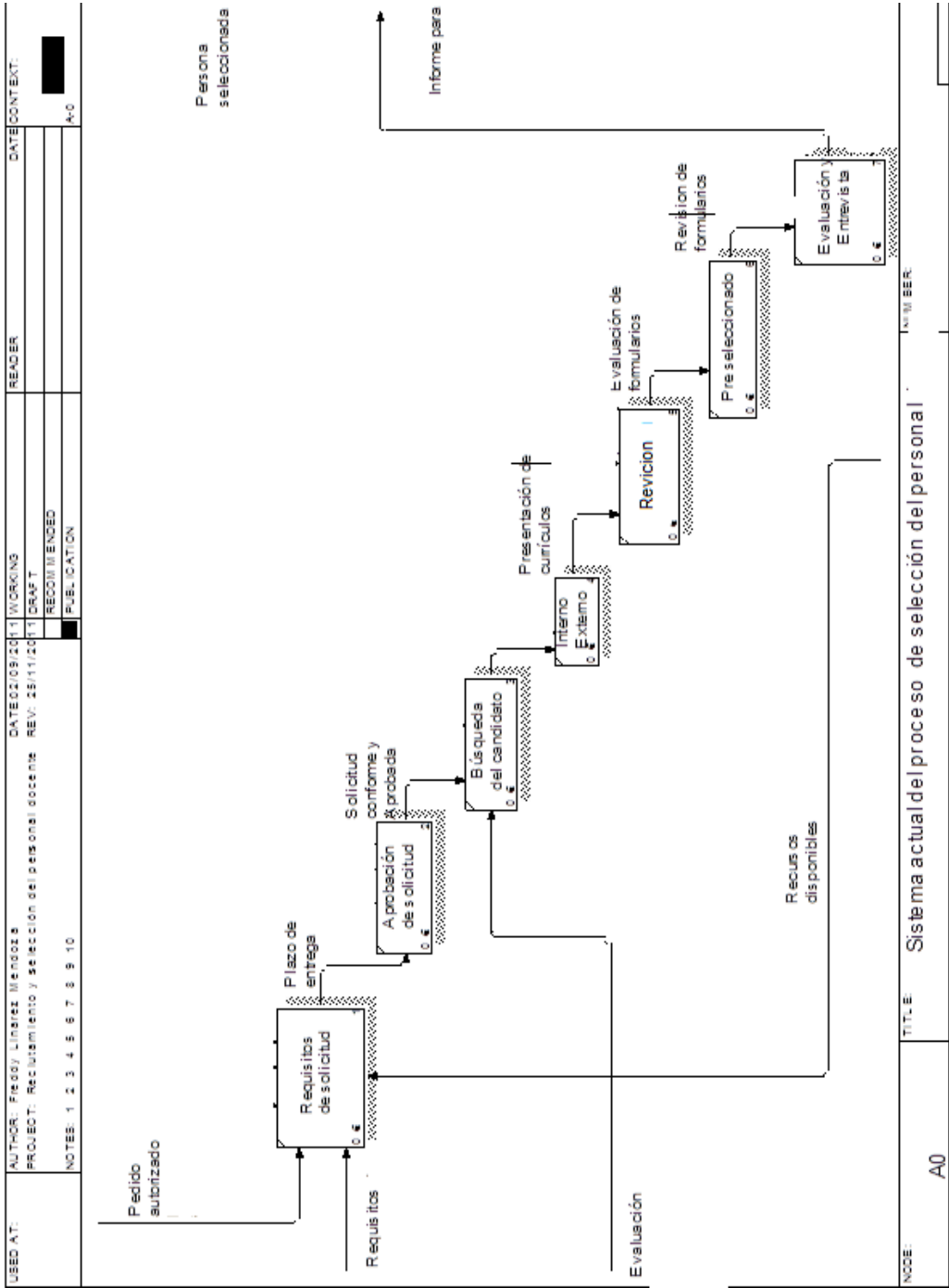


Ilustración 41 Esquema de nivel 1

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1. Diccionario del modelo de procesos del modelo actual.

Nombre	Descripcion
Requisitos de solicitud	Revisan las solicitudes de contratación de los diferentes coordinadores y una nota de las solicitudes aprobadas.
Aprobacion de Solicitud	Aprobación de solicitud de pedido.
Búsqueda del candidato	Datos del candidato a buscar como ser en Internet o la prensa.
Pre seleccionados	Realizar La selección de los curriculos Se establece una cita con cada postulante pre seleccionado señalando una la fecha y hora de entrevista presentación.
Persona seleccionada	Se selecciona a la persona con todo lo requerido.
Evaluación entrevista	Evaluación entrevista: este datos es la última etapa por donde se evalúa y entrevista en una fecha determina y se da un tema específico para que se evalúe.

De esta manera se puede observar que actualmente estas actividades vienen desarrolladas en base de procesos conocidos y comunes para el reclutamiento y selección del personal, por lo cual se plantea desarrollar un proyecto más amigable tanto para los expertos que lo utilicen, en automatizar proceso y usar tecnología. Por consiguiente se procederá a explicar lo que se va a realizar en este proyecto por medio de la lógica difusa.

3.2.4. Propuesta final de solución

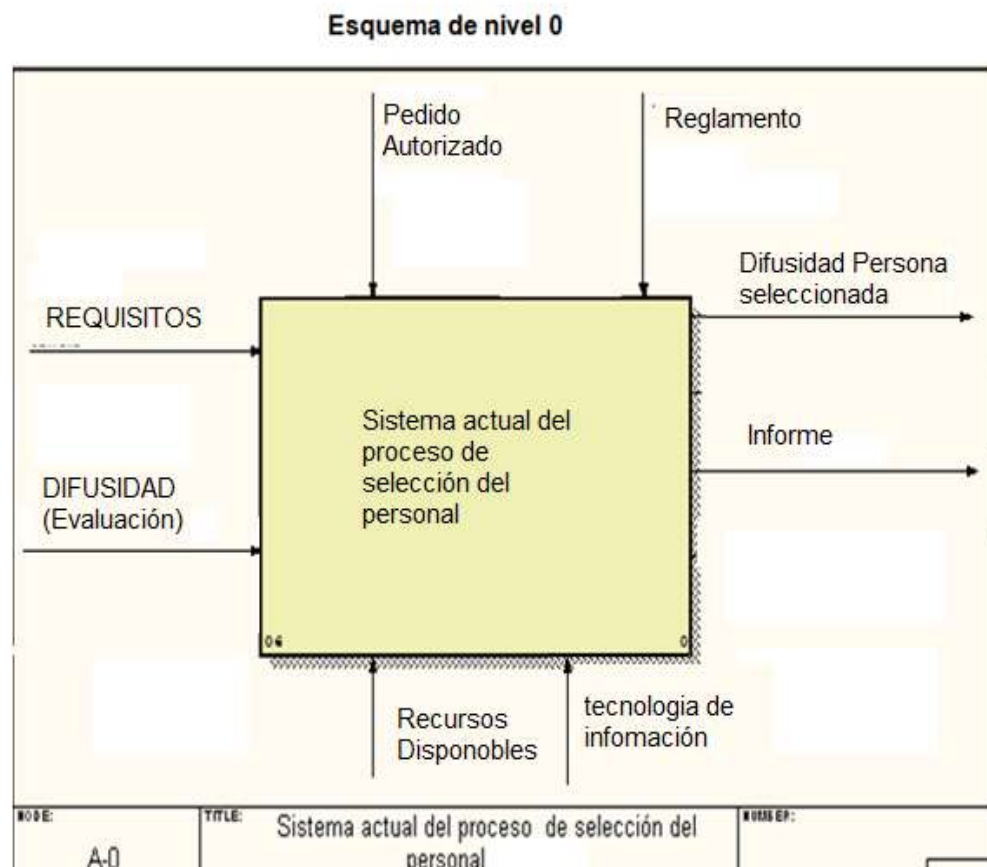


Ilustración 42 Esquema de solución Tecnológica

Fuente : Elaboracion propia

Diccionario del modelo de procesos del modelo tecnológico.

Nombre	Descripción
Difusidad evaluación	Entradas difusas.
Difusidad Persona seleccionada	Consiste en la salida de datos difusos, para el posible candidato.
Tecnología de información	Corresponde a la tecnología que se hará uso en este proceso para obtención del posible candidato a elegir. Se hará uso de la herramienta de Matlab para la generación del modelo difuso, como parte del sistema Experto, la elaboración del sistema será realizado en PHP y el gestor de base de datos será SQL, con estas herramientas se obtiene que este proceso sea más automatizado y conyeve menos tiempo en su ejecución, debido a que se usa tecnología.

Modelos

En esta acción se muestra el modelado que tendrá el sistema basado en lógica difusa para el proceso de reclutamiento y selección del personal; este modelo será explicado a través de un diagrama de procesos de colaboración de BPWIN.

Proceso de diseño

Una vez conocido el proceso actual el proceso de reclutamiento y selección del personal docente, y revisar los distintos procesos es importante

darle un proceso sistemático y utilización de la tecnología, en nuestro caso se realizara la implementación de la lógica difusa y los sistemas expertos.

Finalmente, el resultado luego de aplicar el modelo difuso, entrara en el proceso de interpretación de resultados por parte del experto del área; para así obtener con la ayuda de un especialista en el tema, el resultado del posible candidato, en el proceso de reclutamiento y selección.

3.2.5. Diagrama IDEF-1

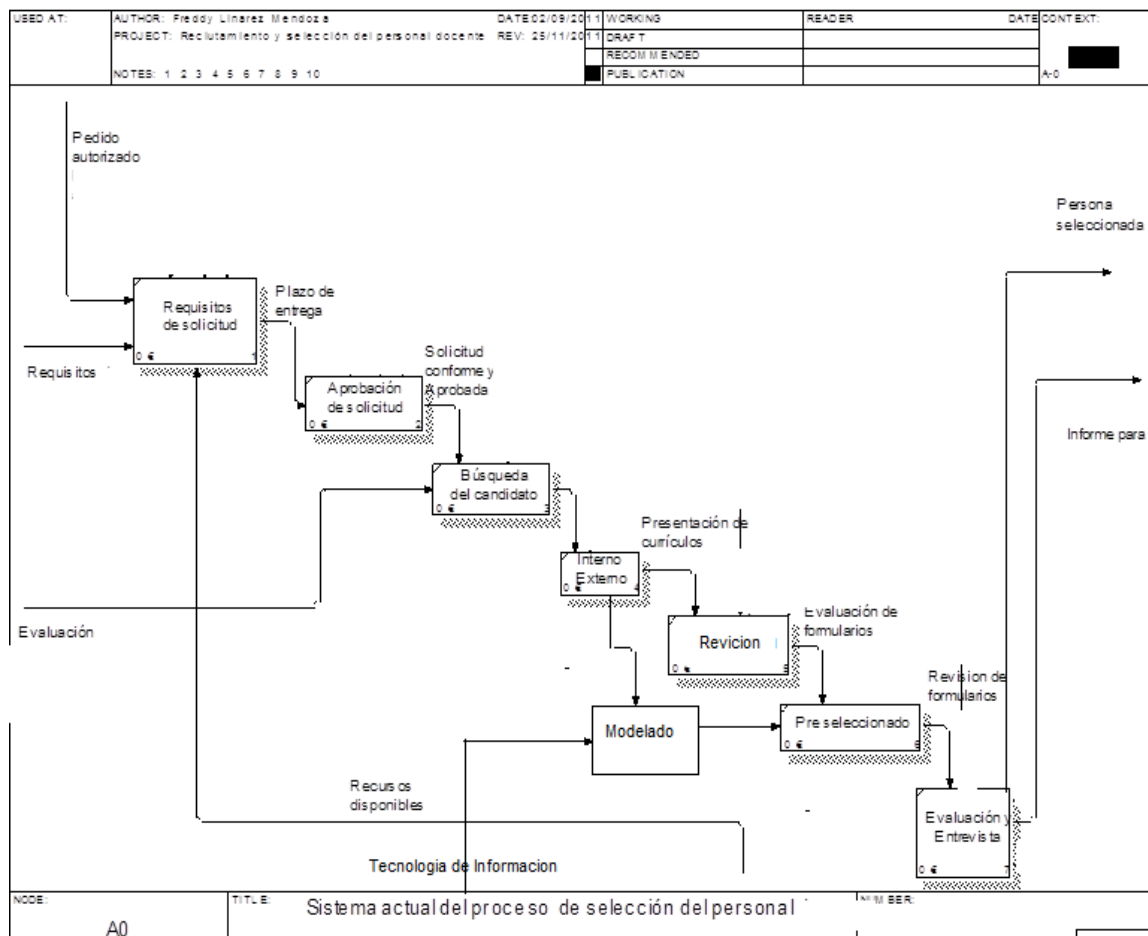


Ilustración 43 Esquema de solución tecnológica

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.1. Diccionario del modelo de procesos. Esquema de solución tecnológica

Nombre	Descripcion
Requisitos de solicitud	Se revisan las solicitudes de contratación de los diferentes coordinadores y una nota de las solicitudes aprobadas.
Aprobación de Solicitud	Se aprueba la solicitud de pedido , de los diferentes cordinadores con una nota final con todas las solicitudes aprobadas.
Búsqueda del candidato:	Estos datos son los datos del candidato a buscar como ser en Internet o la prensa.
Interno	Es el procedimiento donde se tiende a encontrar a la persona designada internamente.
Externo	Es el proceso por el cual el reclutamiento se le hace externamente.
Modelo Difuso	Son datos de Difusidad en datos los cuales llegan a elegir por modelo matemático al posible candidato.
Revision	La selección de los candidatos seleccionados son revisados y aprobados donde el puntaje minimo de selección es de 60 sobre 100.
Pre seleccionados	En esta etapa se realiza

	La selección de los currículos
Persona seleccionada	Se revisan y se selecciona.
Evaluación entrevista	Es la última etapa por donde se evalúa y se entrevista.

Por consiguiente, de acuerdo al modelo de procesos desplegado, se observa que se implementado la lógica difusa y tecnología de software, entrando entradas difusas , ya que mejorara en un proporción , a escoger a un posible candidato de acuerdo a las normas, debido a este proceso involucrara a la inteligencia artificial para la generación de resultados e implicara un menor proceso de desarrollo y ejecución los datos serán almacenado en una base de datos y por tanto estarán disponibles para ser utilizados, también se tiende a tener reportes para un control más adecuado.

3.3. Diseño del proyecto

3.3.1. Introducción al diseño del proyecto

La lógica difusa, esta metodología trata de emular la experiencia adquirida por uno o más seres humanos a lo largo del tiempo, este sistema tendrá en su memoria una base de datos con múltiples soluciones a un mismo problema, luego el sistema tendrá que escoger de entre esas soluciones a la que mejor pueda aplicarse a fin de lograr los mejores resultados. La elección de la estructura de decisiones a seguir dependerá de las características del trabajo en donde se aplicará, además el sistema podrá ir aprendiendo con el tiempo y almacenar sus propias experiencias para lo cual se puede apoyar con procesos matemáticos.

Sistemas expertos, esta metodología trata de que un sistema actúe como un probable verdadero experto, es deseable que reúna, en lo posible, lo más importante de las características de un experto humano, esto es:

- Habilidad para adquirir conocimiento.
- Fiabilidad, para poder confiar en sus resultados o apreciaciones.
- Solidez en el dominio de su conocimiento.
- Capacidad para resolver problemas.

Dada la complejidad de los problemas que usualmente tiene que resolver un SE, puede existir cierta duda en el usuario sobre la validez de respuesta obtenida. Por este motivo, es una condición indispensable que un SE sea capaz de explicar su proceso de razonamiento o dar razón del por qué solicita tal o cual información o dato.

En la siguiente tabla se mostrara una comparación de las metodologías empleadas.

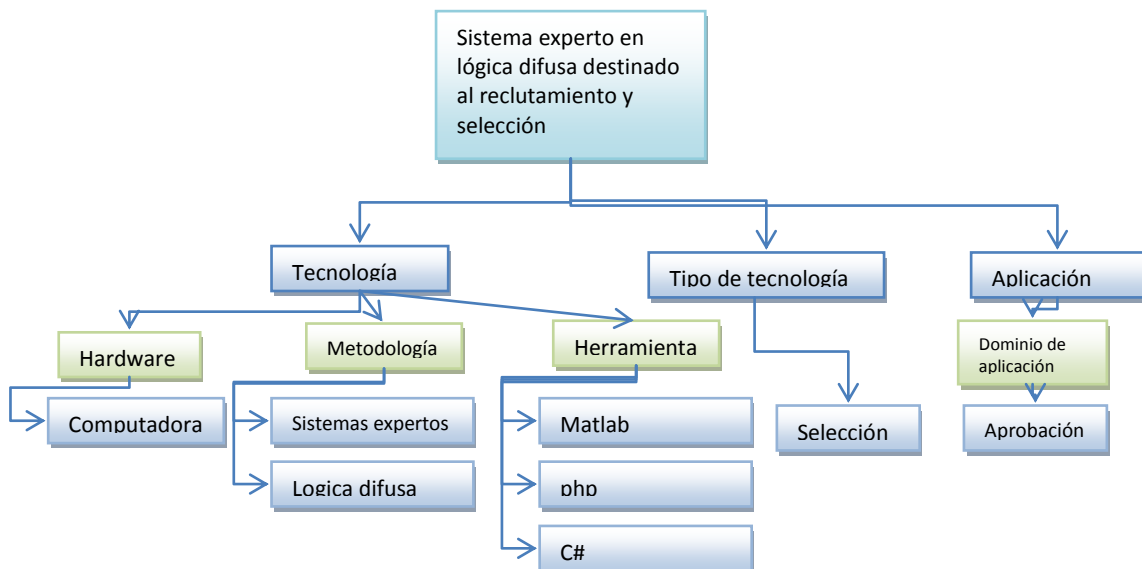


Diagrama 1 Esquema de solución diseño del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Diagrama de bloques del sistema experto

Se procederá a desplegar el diagrama de bloques correspondiente al sistema experto, que hará uso de la lógica difusa

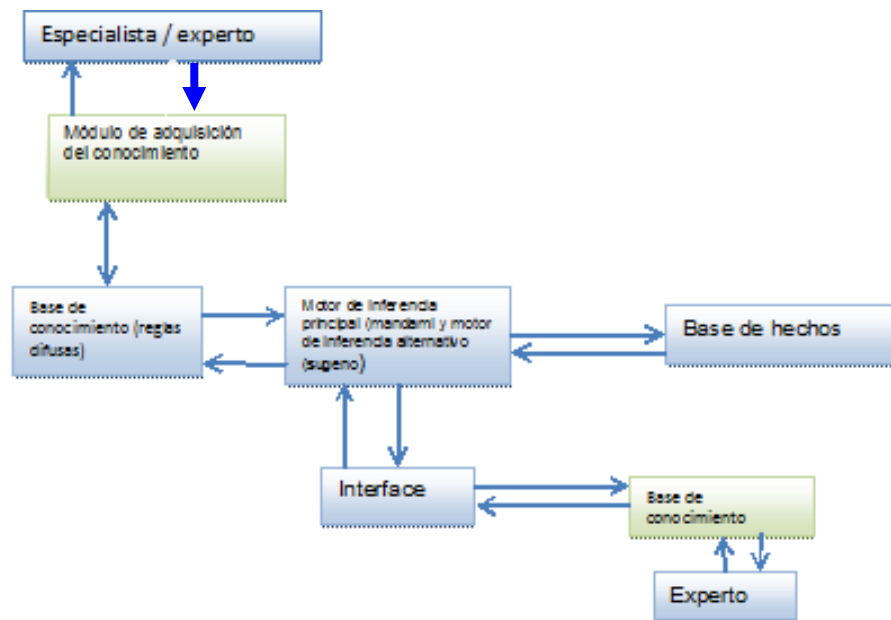


Diagrama 2 Diagrama de bloques de un sistema experto

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, de acuerdo al diagrama anterior, se observa que el sistema experto difuso hará uso como motor principal del modelo mandani y como método alternativo al modelo difuso de sugeno , adicionalmente, el motor de inferencia ira acompañado de una base de conocimiento, donde en esta última irán incluidas conjuntamente con el apoyo de un experto en el área, a través del módulo de adquisición del conocimiento, finalmente una interface que será el sistema de información, permitirá la comunicación del sistema experto con el experto.

3.3.3. Propuesta principal (RUP)

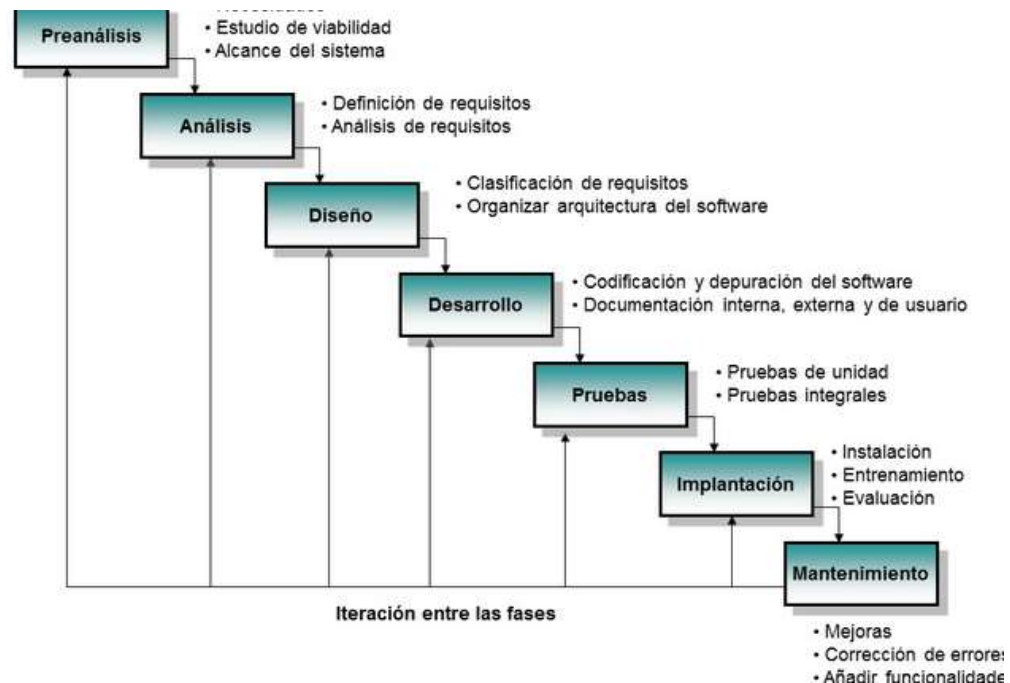


Ilustración 44 Diagrama RUP

Fuente: LARMAN – UML y PATRONES MEXICO Ed. Prentice Hall 1999

Este proyecto busca demostrar la posibilidad de reproducir los procesos de razonamiento de un experto en Selección de Personal. Por ser este un desarrollo que siempre estará propenso a errores y/o ampliaciones, la metodología para el desarrollo del software tenía que permitir el continuo crecimiento y control de errores en la aplicación, a partir del juicio del cliente y/o experto en selección de persona.

El Desarrollo en el ciclo de vida inicialmente seleccionado en el proyecto para el desarrollo de este sistema porque permite un mejor control del producto final por parte del cliente del desarrollo.

Dado que este el objetivo es obtener un Sistema Basado en el Conocimiento, se consideró altamente conveniente utilizar la metodología CommonKADS, la cual proporciona ventajas que facilitan la Ingeniería del

Conocimiento CommonKADS es completamente compatible con el Desarrollo en Espiral, por lo que fue la metodología seleccionada para modelar el sistema.

El modelado mediante UML fue incluido dentro del modelado obtenido en CommonKADS. Con esto se espera haber logrado un mejor nivel de detalle en las especificaciones del problema y la solución a implementar.

La elección de la herramienta de desarrollo también fue hecha en el modelado de la organización de CommonKADS. Se escogió el lenguaje de programación PHP, el cual es imperativo, porque entre otras razones ya la organización cuenta con infraestructura y personal capacitado para soportar un ambiente de desarrollo en PHP, lo cual es un gran activo que facilita el despliegue de aplicaciones en Internet (Computación en la Nube). Sin embargo, fuera del modelado se hace un análisis breve de algunos de los lenguajes de programación declarativa más comunes en Inteligencia Artificial, eligiendo uno suponiendo que se usará para el desarrollo del sistema (lo cual no va a suceder). En las bases de datos y base de conocimientos del sistema se agregaron los casos de prueba para demostrar la confiabilidad en el sistema experto.

Etapas	Descripción
Determinar objetivos	Identificación de objetivos a corto y largo plazo con base en las necesidades que señale el ingeniero del conocimiento a medida que se desarrolle el proyecto.
Análisis de riesgo	Evaluación de las distintas alternativas para el desarrollo de la aplicación, teniendo en cuenta los objetivos que se determinaron. Se hace también un análisis de la ingeniería de requisitos
Desarrollo y pruebas	Desarrollo de una nueva versión de la aplicación y/o del modelado del sistema. Se prueba la aplicación y se hace retroalimentación
Planificación	Con base en los resultados obtenidos en la fase anterior, se planifican las actividades futuras para continuar el proyecto y/o definir cambios necesarios

3.3.4. Proyecto del sistema

Vista de usuario

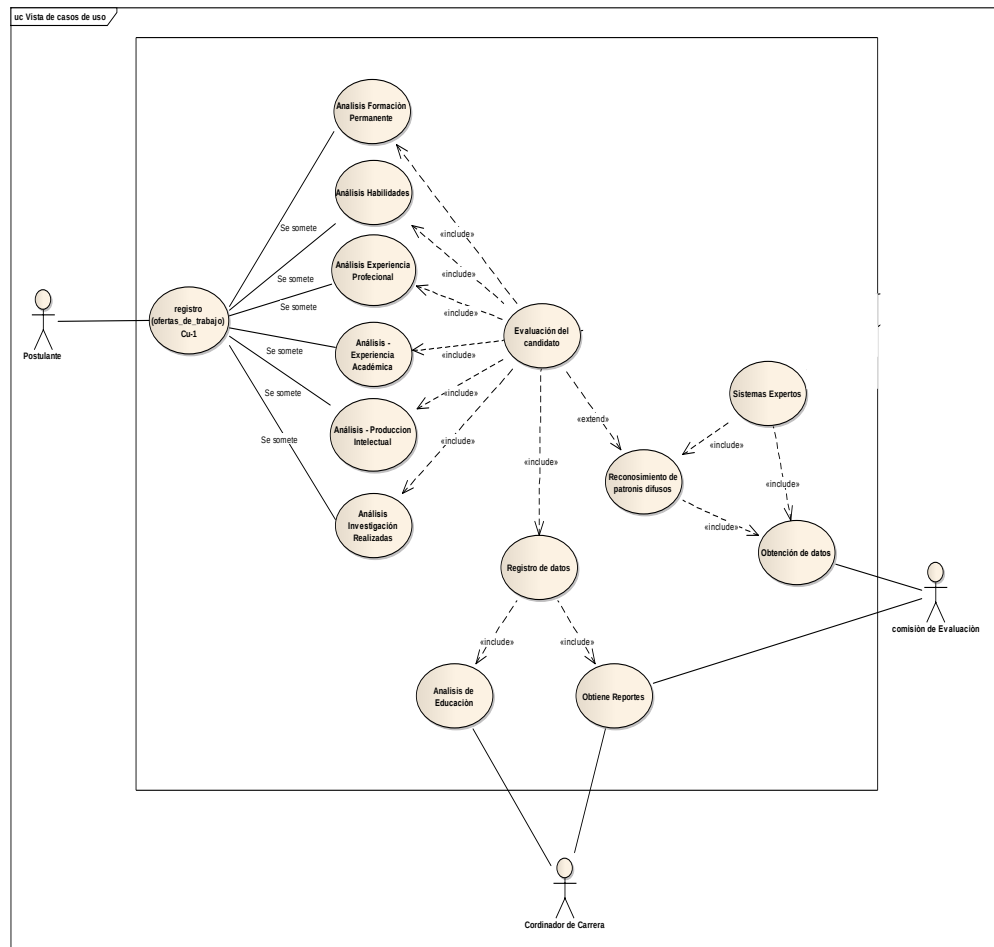


Diagrama 1 caso de uso del sistema propuesto

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procederá a explicar el diagrama de casos de uso

- Postulante

Actores	Postulante
Descripción	Registra , se somete a ingresar datos para el análisis.
Pre condiciones	El candidato ingresa los datos (ofertas de trabajo), para ello debe detallar sus datos personales, educación, formación permanente, habilidades, experiencia laboral o profesional, experiencia académica producción académica, investigaciones realizadas, una descripción de sus competencias y adjuntar sus datos personales.
Post condiciones	Registra
Flujo básico	1. [Include Introducir datos personales]. 2. [Include Introducir datos educación]. 3. [Include Introducir datos de formación académica], 4. [Include Introducir datos de habilidades], 5. [Include Introducir datos experiencia laboral o profesional], 6. [Include Introducir datos experiencia académica]. 7. [Include Introducir datos producción intelectual]. 8. [Include Introducir datos de realizadas], 9. [guardar toda la información],
Actores	Administrador de RRHH
Descripción	Valoración de los procesos de análisis de evaluación de candidatos.

Pre condiciones	Todas las informaciones del candidato deben estar explicadas en forma clara y precisa.
Post condiciones	Estos datos serán debidamente calificados y relacionados para poder enviar un valor por cada proceso de análisis de currículum, dentro de valoración a el motor de inferencia el sistema experto.
Flujo básico	1. El asistente de dirección académica la valoración del candidato. 2. El asistente de dirección realiza cada uno de los variables que se encuentra dentro de las variables de análisis currículum. 3. El asistente de dirección dará uno de las variables que se encuentran dentro de la variable de análisis currículum. 4. El asistente de dirección académica relaciona cada una de las variables que se encuentran dentro de la variable de análisis de currículum. • 5. El asistente de dirección académica cada uno de las variables que se encuentran dentro de la variable de síntomas poco frecuentes.
Actores	Comisión de evaluación
Descripción	Evalúa la entrevista , obtiene datos y obtiene reportes
Pre condiciones	Se envía un reporte de todos los postulante para este el comisión de evaluación tiende a escoger a un porcentaje de los candidatos para ser evaluado, la

	comisión que se encarga de llevar a cabo la entrevista después de tener los reportes de candidatos.
Post condiciones	Tener los reportes de los candidatos, y el análisis de los postulantes

- **Reconocimiento de patrones difusos**

Actores	Sistemas expertos
Descripción	El sistema experto precede a reconocer cada uno de los valores que ingresaran al sistema experto basado en lógica difusa para la obtención de un resultado de acuerdo a los datos de entrada.
Pre condiciones	El postulante en lo posible, deberá almacenado los valores que servirán de entrada en el modelo difuso; si estas variable no existen, el sistema difuso contemplara como dato de una variables mínimo.
Post condiciones	La condición estará lista para generar un resultado difuso y ser almacenado en la base de datos del sistema de información.
Flujo básico	1. Se selecciona las variables que servirán en entrada para el modelo difuso del sistema experto. 2. Se obtiene las variables que serán consideradas en el modelo difuso.

- **Obtención de resultados difusos**

Actores	Sistema experto
Descripción	El sistema experto procede a la generación de un resultado basado en lógica difusa haciendo uso de los valores difusos de entrada que fueron enviados desde el sistema de postulante, una vez obtenida toda la información y esta a su vez se convierte en variables difusas, se procederá a interpretarlo y a generar una propuesta de acuerdo al resultado generado.
Pre condiciones	Deberán estar presentes los valores de las variables difusas que serán enviadas al modelo difuso para generar un resultado.
Post condiciones	Un vez obtenido el resultado difuso este pasara a ser interpretado para así emitir una propuesta de solución según sea el caso a la paciente finalmente el resultado difuso al igual que los valores de los variables de entrada serán almacenados en la base de datos del sistema de información
Flujo básico	1. Se enviaran las variables al modelo difuso para así generar un resultado difuso. 2. Se interpreta el resultado difuso y se genera una propuesta de acuerdo al resultado generado.

3.3.5. Diagrama de secuencias Cu-B, Cu-C, Cu-D, Cu-F, Cu-G

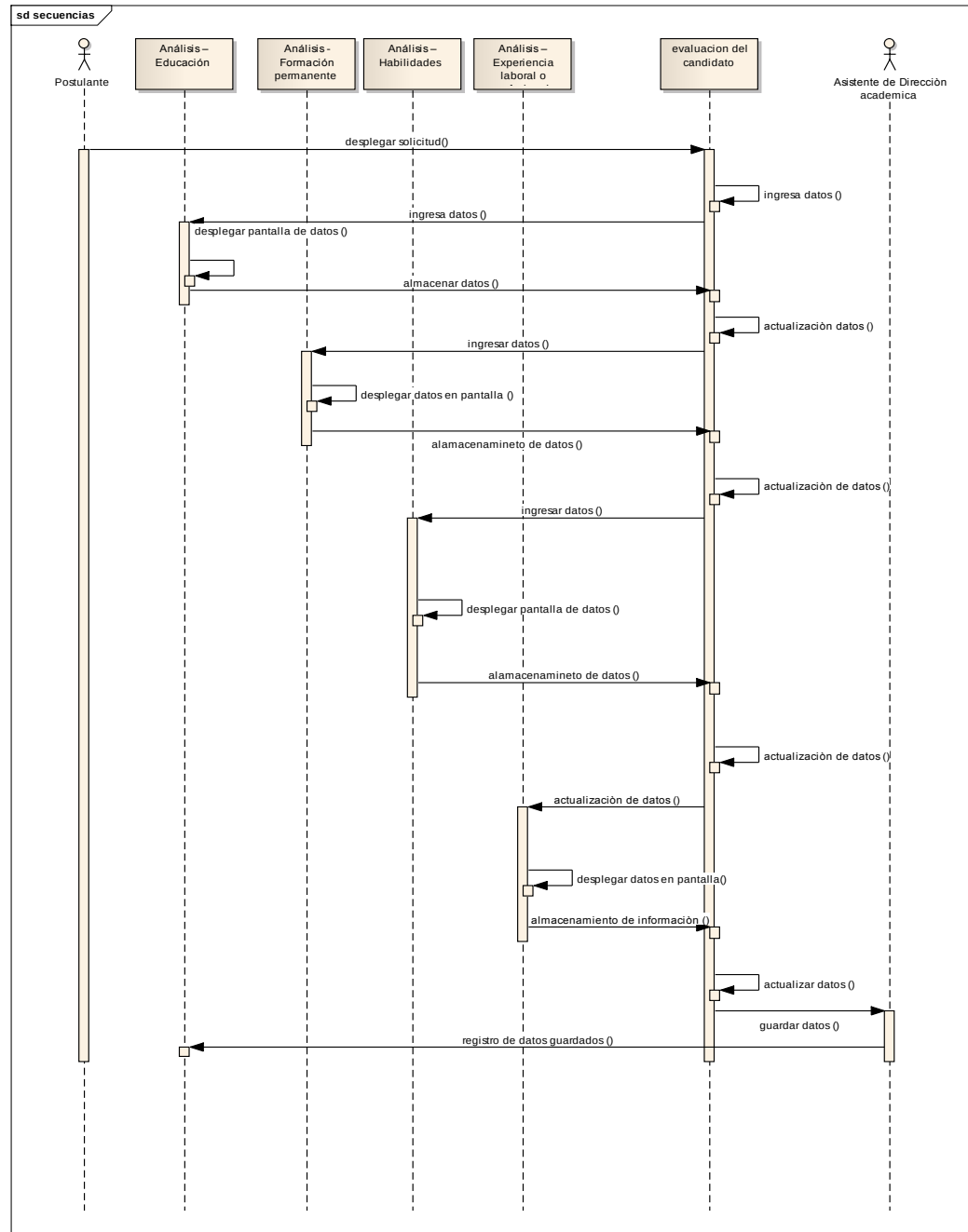


Diagrama 2: Diagrama de secuencias

Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Diagrama de secuencias postulante

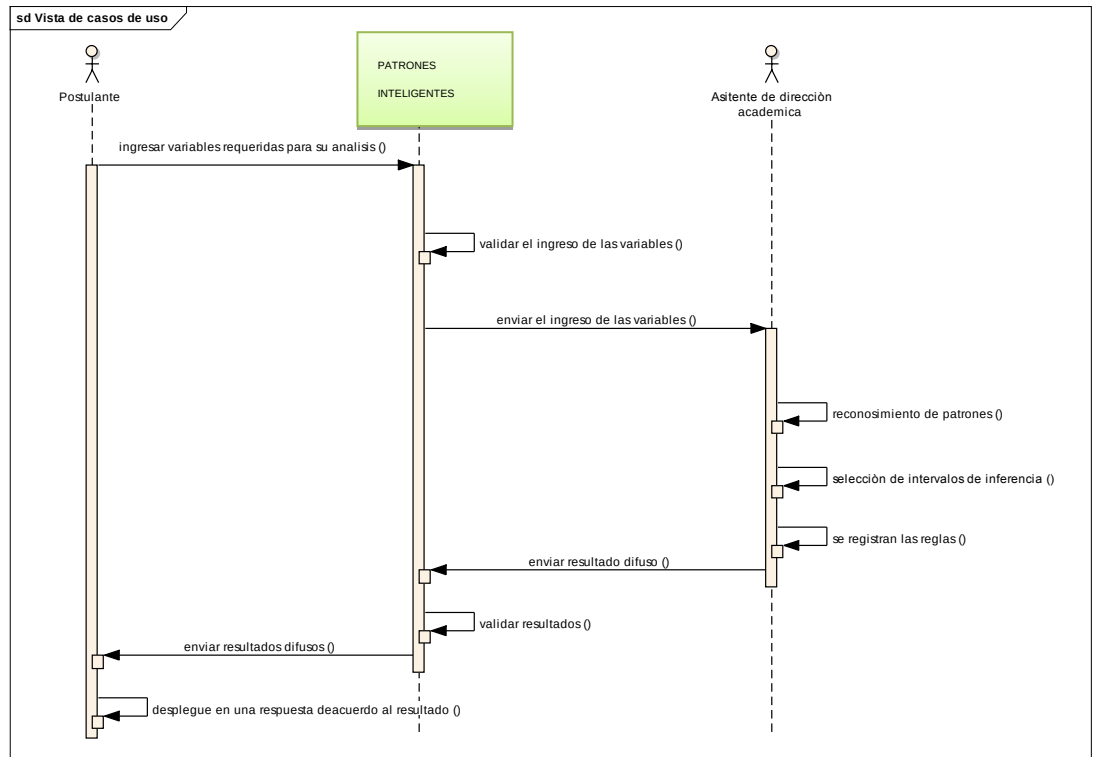
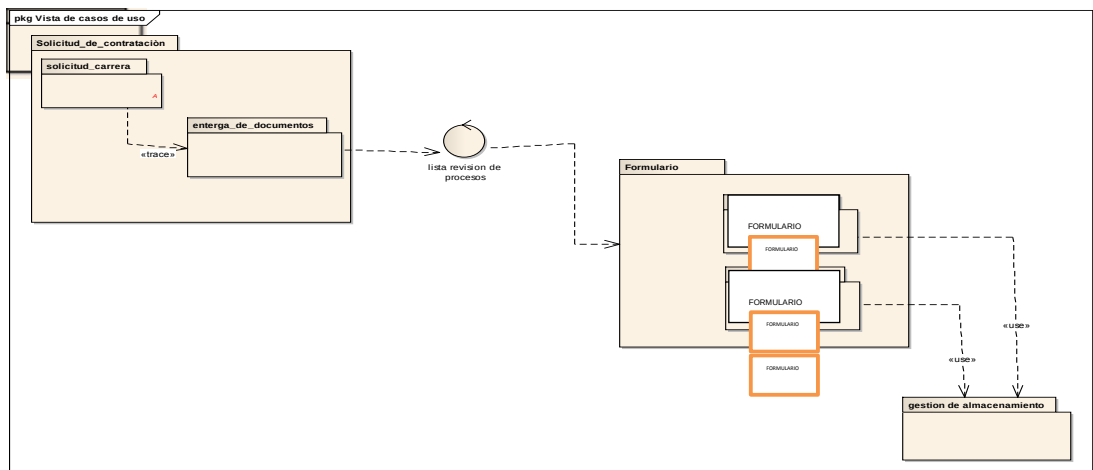


Diagrama 3: Diagrama de secuencias

Fuente: Elaboración propia

3.3.7. Diagrama de paquetes



3.3.8. Diagrama de comunicación

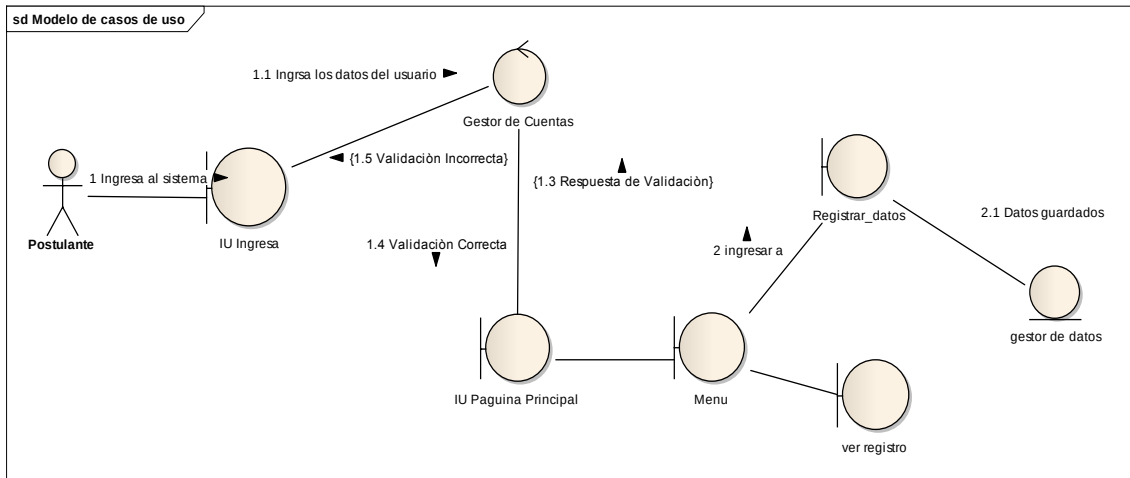


Diagrama 4: Postulante

Fuente: Elaboración propia

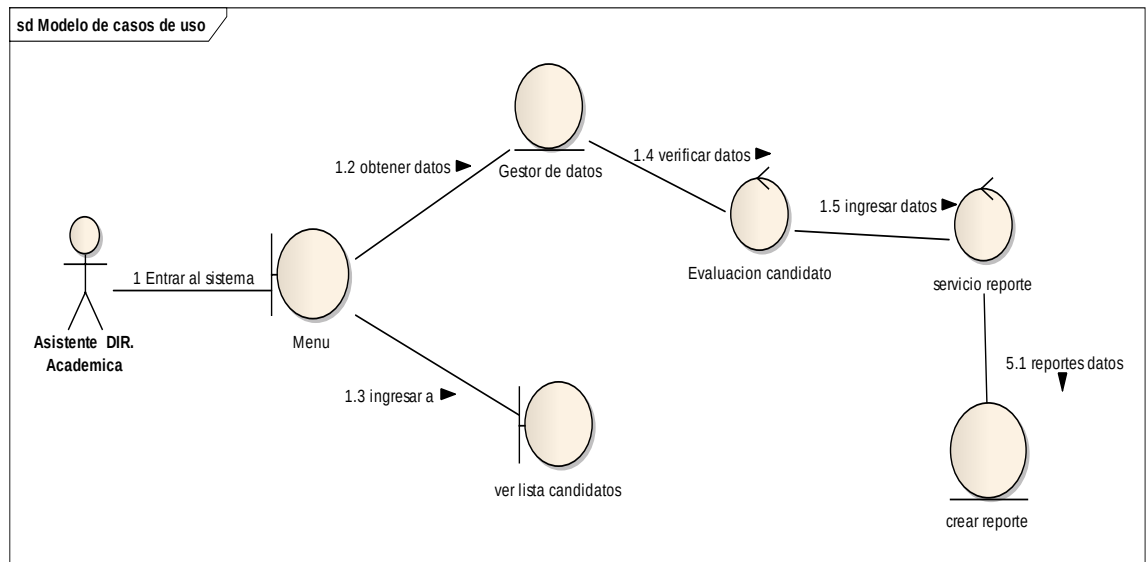


Diagrama 5: Asistente

Fuente: Elaboración propia

3.3.9. Diagrama de Lógico Base de Datos

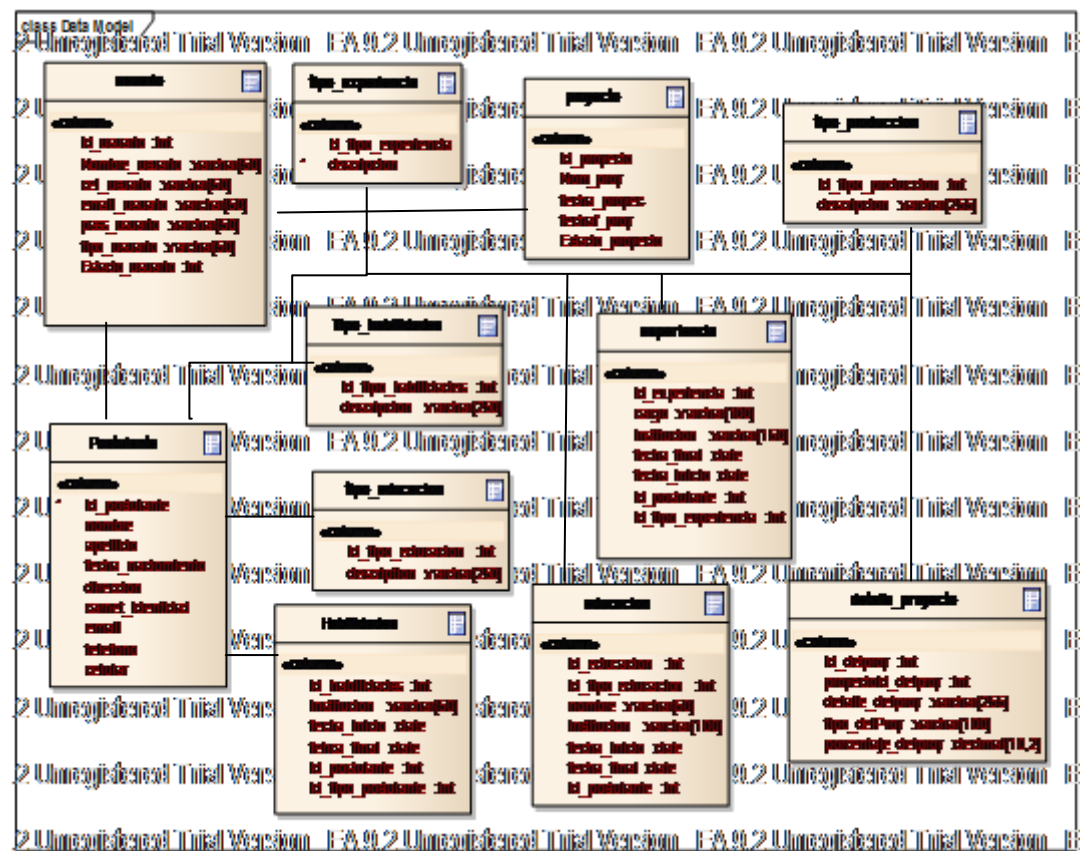


Diagrama 5: Diagrama Lógico BD

Fuente: Elaboración propia

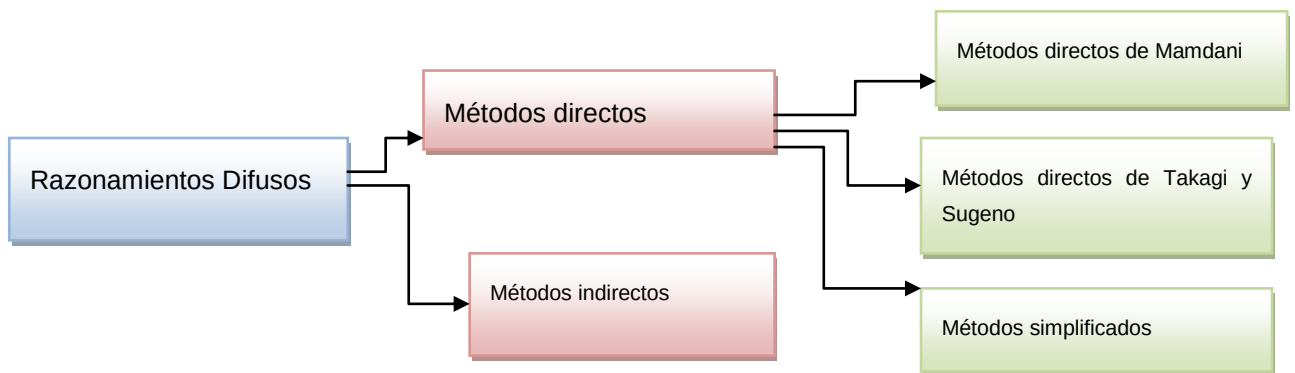
Dentro de lo que se va a realizar, se procederá a desarrollar lo mostrado por medio del siguiente esquema desplegado a continuación



Página | 113

IV. Propuesta del Modelo Difuso

Los modelos de inferencia se clasifican en métodos directos y métodos indirectos, Los métodos directos de inferencia difusa los más utilizados, entre ellos se tienen a los métodos de defuzificación Mamdani y Sugeno. El contrapartida los métodos indirectos de inferencia difusa resultan más complejo en su desarrollo.



4.1.1. Resumen del proceso de inferencia difusa

Diagrama de flujo



FUSICACION: Se convierte un número de valores correspondiente a las funciones

REGLAS : Definen la estructura de control o conocimiento , se realizan operaciones entre conjuntos

INFERENCIA : Se determina el conjunto de salida de cada regla

AGREGADO : Se obtiene la función de membresía de las variables de salida a partir de las funciones entre todos los conjuntos de salida

DEFUSIFICACION : Define la función de memebresia de salida se determina cual dato es el mas representativo del conjunto de salida

DATO DE SALIDA : Es la variable que tomara el actuador para modificar el estado de proceso.

4.1.2. Variables de entrada y etiquetas lingüísticas

El modelo difuso que se plantea tiene claramente definidas las variables que se interrelacionan en el modelo y sus dependencias, en este sentido que se agruparon las variables, de acuerdo al estudio y el criterio de los expertos y especialistas del área de proceso de reclutamiento y selección del personal.

De esta manera se tiene las siguientes variables difusas involucradas, que servirán de entrada en el modelo difuso

Variables	Variables que componen el grupo	Efecto en el modelo
EDUCACIÓN	Licenciatura. Especialidad. Diplomado. Maestría. Doctorado.	Determinación de procesos de reclutamiento y selección.
FORMACION PERMANENTE	Cursos relacionados al cargo (1-5 cursos: 5 puntos). Cursos relacionados al cargo (más de 6 cursos: 5 puntos).	Determinación de procesos de reclutamiento y selección.
HABILIDADES	Educación Virtual	Determinación de

	Paquetes de computación habilidades comunicativas	procesos de reclutamiento y selección
EXPERIENCIA LABORAL O PROFESIONAL	Cargos Ocupados	Determinación de procesos de reclutamiento y selección

Variable

El sistema experto contara con las siguientes variables, clasificadas tal como muestra a continuación, por medio de la siguiente tabla

NOMBRE	DEFINICION	CLASE	MEDICION
Sistema experto basado en lógica difusa	Conjunto de elementos involucrados en el proceso de diseño de estudio en toda la investigación.	Dependiente	Resultado: detección del posible candidatos a postular.
Estructuras de sistemas expertos lógica difusa	Lógica difusa que permite el tratamiento de la información llegando a formar un sistema que trata a las	Moderante	Difusidad: etiquetas lingüísticas

	variables de ambiente difuso.		
EDUCACIÓN	Variable que permite el tratamiento de la información llegando a formar un sistema.	Independiente	Definición : Etiquetas Lingüísticas y reglas difusas.
FORMACION PERMANENTE	Variable que permite el tratamiento de la información llegando a formar un sistema.	Independiente	Definición : Etiquetas Lingüísticas y reglas difusas.
HABILIDADES	Variable que permite el tratamiento de la información llegando a formar un sistema.	Independiente	Definición : Etiquetas Lingüísticas y reglas difusas.
EXPERIENCIA LABORAL O PROFESIONAL	Variable que permite el tratamiento de la información llegando a formar un sistema.	Independiente	Definición : Etiquetas Lingüísticas y reglas difusas.

De esta manera el sistema experto contara con siete variables de entrada al motor de inferencia difuso para así obtener una variable de salida difusa, que será la que determine el posible candidato.

Tanto las variables de entrada como la variable de salida del motor de inferencia difuso son del tipo mamdani que corresponde a la función de sus características.

4.1.3. Determinación de los subconjuntos difusos del proyecto

Como se ha mencionado anteriormente, pueden tener una variedad de formas, sin embargo, una función de pertenencia triangular o trapezoidal puede ofrecer una representación adecuada del conocimiento de un experto.

Cada variable lingüística ha de capturarse en el modelo con cada una de sus funciones de pertenencia identificadas.

Variables de entrada

Variable	Percentage
A =GRADO ACADEMICO	25
B=FORMACION PERMANENTE	25
C=HABILIDADES	25
D=ESPECIALIZACION LABORAL	25
Total	100

Cabe mencionar, que el porcentaje asignado a cada variable fue en base de los expertos del área del proceso de reclutamiento y selección.

La etiqueta lingüística contiene diferentes variables, los valores de pertenencia son definidos en base a los criterios de los expertos.

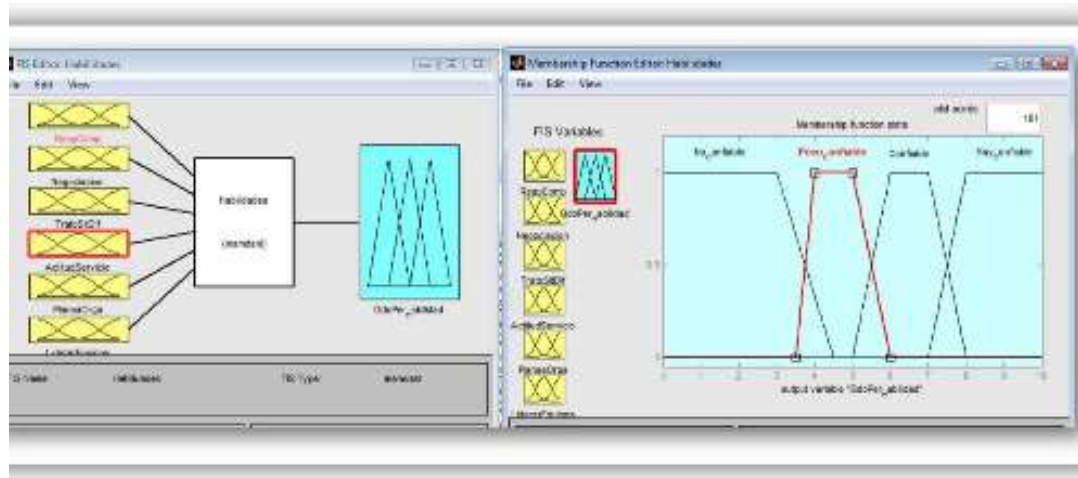


Ilustración 45 Matlab variables de entrada

Fuente : Elaboracion propia

Variables A

Variable de Grado académico

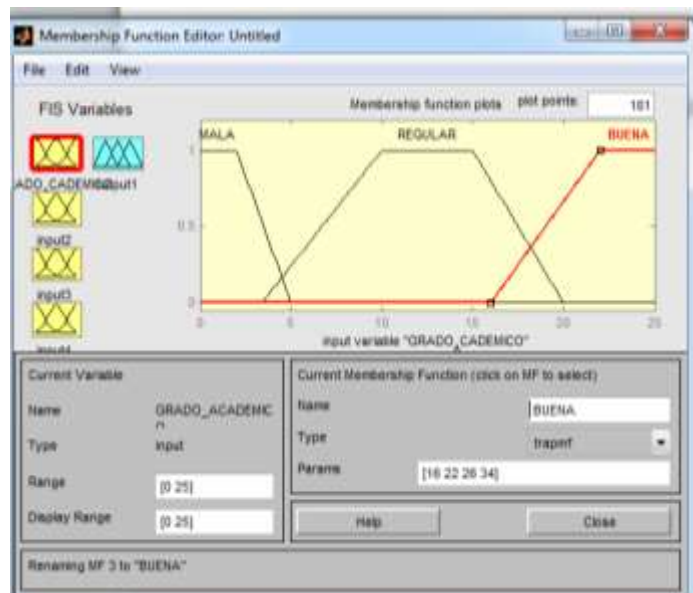


Ilustración 46 Matlab variables de entrada

Fuente : Elaboracion propia

MALA [0,0,3,5] - REGULAR [5 10 15 18] - BUENA [16 22 26 34]

Valor lingüístico	Nombre del conjunto	Función característica	Puntos de definición	Definición
1	BAJA	GRADO ACADEMICO "licenciatura "	A=0 B=0 C=3 D=5	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & 0 \leq x < 3 \\ 4-x / 2, & 3 \leq x < 5 \\ 0, & x \geq 5 \end{cases}$
2	REGULAR	GRADO ACADEMICO	A=6 B=10 C=15 D=18	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 6 \\ \frac{10-x}{1}, & 5 \leq x < 10 \\ 1, & 10 \leq x < 15 \\ \frac{17-x}{1}, & 15 \leq x < 18 \\ 0, & x \geq 18 \end{cases}$
4	BUENA	Maestría Cursos relacionados al cargo(de 5-8 cursos)	A=16 B=22 C=26 D=34	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 16 \\ \frac{17-x}{1}, & 16 \leq x < 22 \\ 1, & 22 \leq x < 26 \\ 0, & x \geq 34 \end{cases}$

Cabe mencionar, que el porcentaje asignado a cada variable fue en base de los expertos del área del proceso de reclutamiento y selección.

La etiqueta lingüística contiene diferentes variables, los valores de pertenencia son definidos en base a los criterios de los expertos

- **Variables B – FORMACION PERMANENTE**

Nombre en sistema	FORMACION PERMANENTE
Universo de discusión	[0,1] pertenencia
Rango	[0, 25]

- MALA [0,0,2,7]
- REGULAR [5 11 15 19]
- BUENA [17 20 25 26]



Ilustración 47 : Formación permanente

Fuente : Elaboracion propia

Numero de valores lingüísticos: 3

Valor lingüístico	Nombre del conjunto	Función característica	Puntos de definición	Definición
1	BAJA	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=0 B=0 C=2 D=7	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & 0 \leq x < 2 \\ 4-x/2, & 2 \leq x < 7 \\ 0, & x \geq 7 \end{cases}$
2	REGULAR	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=5 B=11 C=15 D=19	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 5 \\ \frac{6-x}{1}, & 5 \leq x < 11 \\ 1, & 11 \leq x < 15 \\ \frac{16-x}{1}, & 15 \leq x < 19 \\ 0, & x \geq 19 \end{cases}$
3	BUENA	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=17 B=20 C=25 D=25	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 17 \\ \frac{18-x}{1}, & 17 \leq x < 20 \\ 1, & 20 \leq x < 25 \\ 0, & x \geq 25 \end{cases}$

Variables C – HABILIDADES

Nombre en sistema	HABILIDADES
Universo de discusión	[0,1] pertenencia
Rango	[0, 25]

Numero de valores lingüísticos: 3

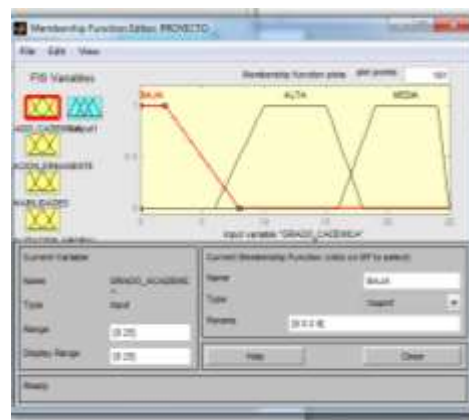
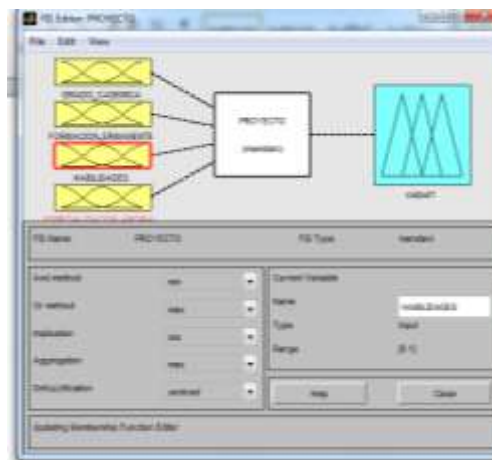


Ilustración 48 Habilidades

Fuente : Elaboracion propia

BAJA [0,0,2,8] ,REGULAR [6 10 15 18] ,BUENA [16 19 25 25]

Valor lingüístico	Nombre del conjunto	Función característica	Puntos de definición	Definición
1	BAJA	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=0 B=0 C=2 D=8	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & 0 \leq x < 2 \\ 3-x/2, & 2 \leq x < 7 \\ 0, & x \geq 8 \end{cases}$
2	REGULAR	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=6 B=10 C=15 D=18	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 6 \\ \frac{7-x}{1}, & 6 \leq x < 10 \\ 1, & 10 \leq x < 15 \\ \frac{16-x}{1}, & 15 \leq x < 18 \\ 0, & x \geq 18 \end{cases}$
3	BUENA	Educación virtual ,paquetes de computación ,habilidades comunicativas	A=21 B=23 C=25 D=25	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 21 \\ \frac{22-x}{1}, & 21 \leq x < 23 \\ 1, & 23 \leq x < 25 \\ 0, & x \geq 25 \end{cases}$

Variables D – ESPECIALIZACION LABORAL

Nombre en sistema	ESPECIALIZACION LABORAL
Universo de discusión	[0,1] pertenencia
Rango	[0, 25]

Numero de valores lingüísticos: 3

FIGURA 29 – Especialización - laboral

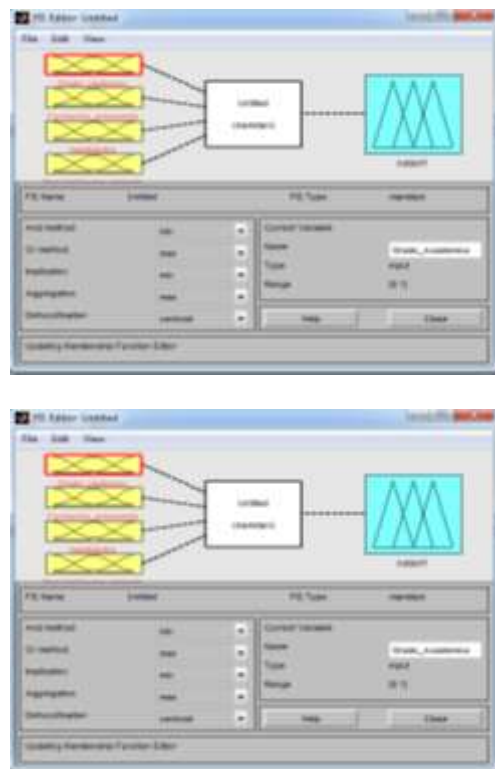


Ilustración 49 Especialización - labora

Fuente : Elaboracion propia

MALA [0,0,3,4]

REGULAR [3 5 10 15]

BUENA [12 15 25 25]

Valor lingüístico	Nombre del conjunto	Función característica	Puntos de definición	Definición
1	BAJA	Experiencia laboral	A=0 B=0 C=3 D=4	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & 0 \leq x < 3 \\ 4-x/2, & 2 \leq x < 4 \\ 0, & x \geq 4 \end{cases}$
2	REGULAR	Experiencia laboral	A=3 B=5 C=10 D=15	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{4-x}{1}, & 3 \leq x < 5 \\ 15, & \leq x < 10 \\ \frac{11-x}{1}, & 10 \leq x < 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases}$
3	BUENA	Experiencia laboral	A=12 B=15 C=25 D=25	$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 12 \\ \frac{13-x}{1}, & 12 \leq x < 5 \\ 1, & 15 \leq x < 25 \\ 0, & x \geq 25 \end{cases}$

La función de inclusión o pertenencia del conjunto difuso para cada uno de sus componentes obedece al conjunto de pares ordenados

El valor de μ_U indica el grado de pertenencia sobre la variable U. el cual esta definido en la columna de definición en la tabla valores que son soportados por la teoría planteada en el marco practico

Variables de salida de reclutamiento y selección del personal.

La única variable de salida del motor de inferencia difuso será la variable de evaluación, la misma que es explicada a continuación por medio de la siguiente tabla.

Variable	Variable que componen el grupo	Efecto en el modelo
Evaluación	Variable de salida del motor de inferencia, determinada por las cinco variables de entrada difusa.	Detección de los posibles candidatos a ser detectados, obteniendo un resultado clasificado difusamente como un detección ya que implica que detecte al posible candidato.

La etiqueta lingüística “evaluación” contiene tres componentes referido a los resultados de la detección de los posibles candidatos. Los valores de pertenencia son determinados en base a los criterios de los expertos del área.

De esta manera conocida la etiqueta lingüística, se procederá a conocer cada uno de los conjuntos difusos, así como los grados de pertenencia para este análisis por medio de la siguiente figura.

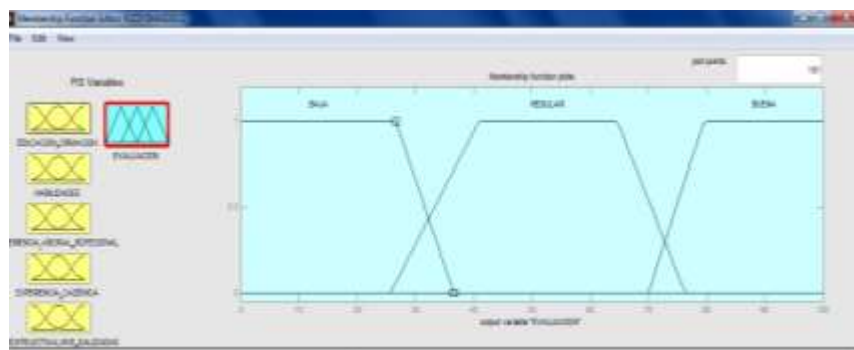


Ilustración 50 Variables de salida

Fuente : Elaboracion propia

4.1.4. Variables de Salida

Nombre en sistema	Evaluación
Universo de discusión	[0,1] pertenencia
Rango	[0, 100]

Numero de valores lingüísticos: 3

Valor lingüístico	Nombre del conjunto	Función característica	Puntos de definición	Definición
1	Baja	Evaluación	A=0 B=0 C=26 D=36	$= \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{27-x}{10}, & 26 \leq x < 36 \\ 0, & x \geq 36 \end{cases}$

2	Regular	Evaluación	A=25 B=40 C=65 D=76	$\mu_A(x)$ $\left\{ \begin{array}{ll} 0, & x < 25 \\ \frac{56-x}{15}, & 25 \leq x < 40 \\ \frac{66-x}{11}, & 40 \leq x < 65 \\ 1, & 65 \leq x < 76 \\ 0, & x \geq 76 \end{array} \right.$
3	Alta	Evaluación	A=70 B=79 C=100 D=100	$\mu_A(x)$ $\left\{ \begin{array}{ll} 0, & x < 70 \\ \frac{10-x}{3}, & 70 \leq x < 79 \\ 1, & 79 \leq x < 100 \\ 0, & x \geq 100 \end{array} \right.$

La función de inclusión o pertenencia del conjunto difuso para cada uno de sus componentes obedece al conjunto de pares ordenados.

La etiquetas lingüística referida a todo lo referente al proceso de reclutamiento y selección que se mostrara en la siguiente tabla.

Variable	Percentage
A =GRADO ACADEMICO	25
B=FORMACION PERMANENTE	25
C=HABILIDADES	25
F=EXPERIENCIA LABORAL	25
Total	100

Ya que este proceso genera un proceso de reglas que haciendo una combinatoria de las variables de entrada se podrá definir un resultado por medio de la herramienta MATLAB.

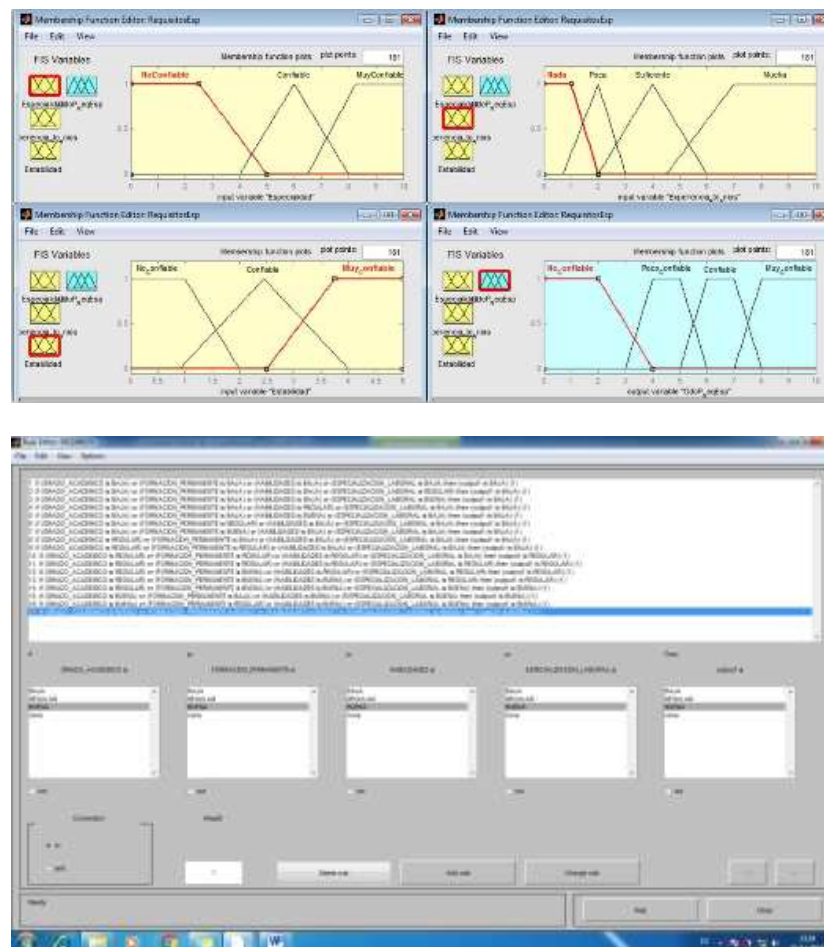


Ilustración 51 Reglas – de salida

Fuente : Elaboracion propia

De esta manera, las funciones de pertenencia que existen se aplica sobre la base de conocimiento para así determinar en qué conjunto difuso del espacio de salida se producirá de cierta combinación, de los antecedentes descritos en dichas reglas.

```

1. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
2. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is REGULAR) then (outputf is BAJA) (1)
3. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BUENA) then (outputf is BAJA) (1)
4. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is REGULAR) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
5. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
6. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is REGULAR) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
7. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BUENA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
8. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
9. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is REGULAR) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is BAJA) (1)
10. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is REGULAR) or (HABILIDADES is REGULAR) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (outputf is REGULAR) (1)
11. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is REGULAR) or (HABILIDADES is REGULAR) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is REGULAR) then (outputf is REGULAR) (1)
12. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is BUENA) or (HABILIDADES is REGULAR) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is REGULAR) then (outputf is REGULAR) (1)
13. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is BUENA) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is REGULAR) then (outputf is REGULAR) (1)
14. If (GRADO_ACADEMICO is REGULAR) or (FORMACION_PERMANENTE is BUENA) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BUENA) then (outputf is BUENA) (1)
15. If (GRADO_ACADEMICO is BUENA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BUENA) then (outputf is BUENA) (1)
16. If (GRADO_ACADEMICO is BUENA) or (FORMACION_PERMANENTE is REGULAR) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BUENA) then (outputf is BUENA) (1)
17. If (GRADO_ACADEMICO is BUENA) or (FORMACION_PERMANENTE is BUENA) or (HABILIDADES is BUENA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BUENA) then (outputf is BUENA) (1)

```

Las cuales llevan el nombre de dispositivos de inferencia difusa a los sistemas que interpretan las reglas IF' THEN de una base de reglas, con el fin de obtener las variables de salida a partir de los actuales valores de las variables linguisticas de entrada al sistema. En un sistema difuso de las reglas del tipo.



DONDE F Y G son conjuntos difusos

En $U \subset \mathbb{R}$; $V \subset \mathbb{R}$; respectivamente $x=(x_1...x_n) \in U_1....U_n$ E $Y \subset V$ son variables lingüísticas, de esta formato de reglas son las conocidas como difusa pura o del tipo Mamdani, Utilizadas en el sistema difuso de este proyect. Otro formato de reglas para el proyecto es del tipo Sugeno; en este caso la función de salida es una combinación lineal de las variables de entrada o en un caso mas general, una función genérica de las variables de entrada.

$$R(T): \text{ IF } X_i \text{ is } F_i(1) \text{ then } y_i = f_i(x)$$

En las dos ecuaciones anteriores en vector x representa el conjunto de las entradas, mientras que Y será de tipo de salida del sistema difuso. Los sistemas difusos descritos con N entrada x, y de salida y , en conocer como MISO (MULTIPLE INPUT SINGLER OUTPUT).

4.1.5. Consideración adicional en la construcción de la base de reglas

En la base de conocimiento se encuentra la totalidad de la información necesaria para lograr la detección puede ser representada mediante reglas de producción de tipo IF _ THEN mencionadas anteriormente.

Las reglas fueron brindando y la experiencia por parte de los expertos y especialistas en el área de tecnología.

La variable de entrada al motor de inferencia, que es más influyente para la detección del postulante: son relativamente por muestras de los expertos del área ya que en este proceso se tiende a formar variables de entrada donde se tiende a formar un parámetro de salida de un vector.

Roles: Comportamiento de las reglas según datos de entrada.

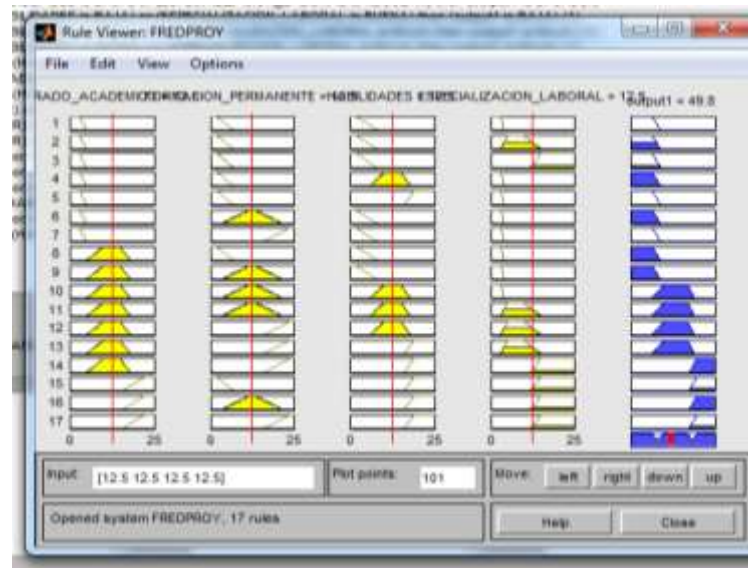


Ilustración 52 Visualización de las reglas difusas en matlab

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Diseño del proyecto (Lógica Difusa)

Diseñar un proceso de diseño de reclutamiento y selección del personal difuso (Selección y análisis.) es uno de los objetivos principales del departamento de recursos humanos).

En general, este proceso se lleva a cabo por varias etapas se mantendrá a lo largo de un periodo de tiempo considerable. Sin embargo, es conocido que estas circunstancias pueden ser modificadas en el caso de que exista algún proceso por el cual puede cambiar todo el proceso de reclutamiento y selección del personal.

Las razones de este cambio pueden ser *internas*, externas cuando el departamento de Recursos Humanos así lo solicite.

Nuestro estudio se centra en el diseño de combinatoria de los conjuntos difusos de una programación matemática. En estos modelos, el punto de partida es un programa que cuenta con uno o varios objetivos a optimizar y un conjunto de restricciones que reflejan todo o parte de los requerimientos lo cual

matemáticamente atizando matlab se llevara a cabo la combinatoria de las variables de entrada.. Si consideramos que la situación puede expresarse mediante un modelo de programación con un único objetivo, ésta puede ser descrita utilizando el siguiente esquema general.

Defuzzificador difuso

El difuzzificador difuso, es la función que trasforma el conjunto difuso en V, normalmente la salida de un dispositivo de inferencia difusa, en un valor no difuso

$$y = V$$

Para esta tarea , existen diversos métodos, de los cuales se utiliza par a el presente proyecto de difuzzificador por centro de área o centríde: el cual está definida por

$$y = \frac{\sum_i b_i \int \mu(i)}{\sum_i \int \mu(i)}$$

Centro de Gravedad

$$y = \frac{\sum_i b_i \mu_{premise}(i)}{\sum_i \mu_{premise}(i)}$$

Donde M es el momento (en forma al eje y del universo de discurso de salida V) de la función de inclusión del conjunto G, A, es el área de U está definida por

$$uB(y) = \sup \{x \in U \mid [u_{F1} \dots F_n \rightarrow G1(X,Y) * uA(x)]\}$$

El programa matemático es factible, obtenemos una solución óptima. Aun así, un proceso lógico difuso puede dar nuevas soluciones, inesperadas a priori,

En este contexto, la teoría de conjuntos difuso contiene elementos que son esenciales para nuestro objetivo: el manejo de datos imprecisos y la capacidad del modelizador o directivo para añadir cualquier información adicional que enriquezca el sistema. Además, un enfoque difuso de la situación ofrece una perspectiva mucho más amplia que permite considerar soluciones que con otra técnica podrían permanecer ocultas.

4.2.1. Comportamiento de las variables difusas

A partir de las de las variables de entrada al motor de inferencia difusa se puede obtener el comportamiento de cada una de las variables difusas

El departamento de recursos humanos nos proporcionó toda la información sobre las variables de entrada. El primer paso consiste en intentar descubrir, al menos aproximadamente, la valoración global y la ponderación de todas las variables de entrada la sumatoria de este proceso se pondera con una puntuación de 100 por ciento para dar una exactitud al momento. Como los expertos dan una valoración total, no es realista asignar pesos a cada competencia, ya que se compone con rangos que asilan con ponderaciones respecto al reclutamiento y selección.

Operaciones del sistema dando el resultado grafico - Matlab

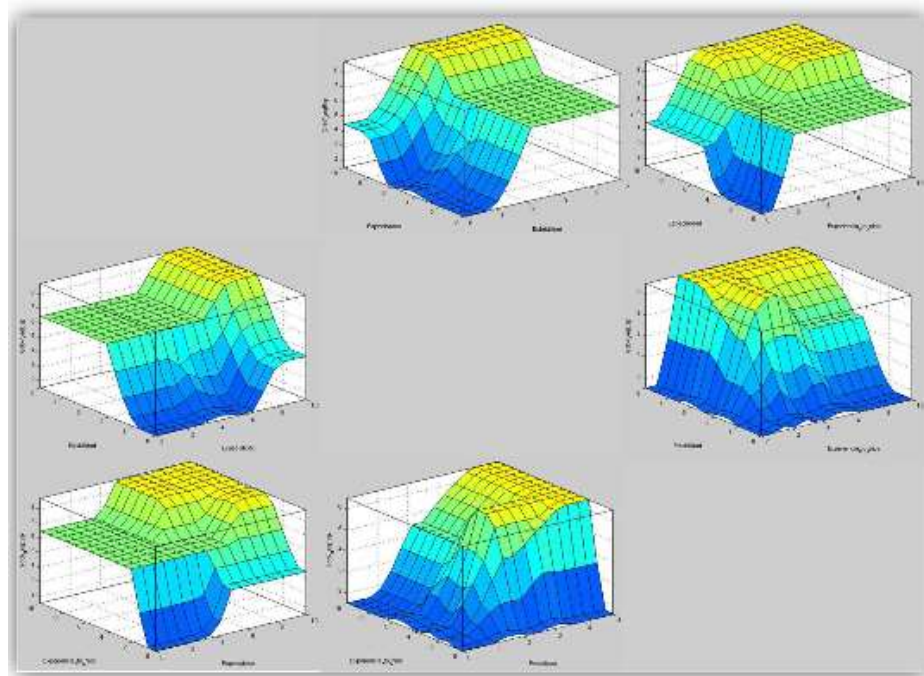


Figura 1 Resultado grafico “Matlab”

Fuente Elaboración propia

4.2.2. Esquema global de aplicación al proceso de selección

A efectos de ser implementado un modelo de selección de forma automatizada tanto en formato de programas sencillos de escritorio o software elaborado, pero también puede aplicarse en otros procesos donde se requiere optimizar el tiempo.

El cual está propuesto para una primera aproximación en donde podría ser útil la máquina de inferencia fuzzy.

Asimismo indicar en que otros procesos podrían ser aplicados estas metodologías de bajo costo y personalización del usuario.

Para un seguimiento post evaluación también vemos una utilidad de la máquina de inferencia fuzzy, pues se puede ver qué factores influyen con gran

impacto en la selección del posible candidato correcto y que otras reglas pueden ser ingresadas al programa y que se tenga un sistema más robusto y que responda a las necesidades del área de recursos humanos.

Se propone dos aplicaciones en dos procesos de recursos humanos para expandir la idea y de cómo la máquina de inferencia fuzzy puede ayudar a tener más objetividad en la decisión

Proceso de Evaluación

Universo de discurso: Evaluación del candidato .

Ingresos:

B=EDUCACIÓN
C=FORMACIÓN PERMANENTE
D=HABILIDADES
E=EXPERIENCIA LABORAL O PROFECIONAL
F=EXPERIENCIA LABORAL

Salida: Evaluación

1. If (GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION_PERMANENTE is BAJA) or (HABILIDADES is BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL is BAJA) then (output1 is BAJA) (1)

Se han simplificado el set de reglas a fin de centrar la idea en la generalización del método, de igual manera, las variables de ingreso y salida pueden ser mucho más o menos, eso va a depender del criterio que se usa en cada organización.

Es decir no se tiene regla específica para crear el set de variables.

En ambos casos lo que se propone es que podemos llevar al campo de la fuzzificación, cualquier proceso de recursos humanos en la que siempre hay ambigüedad en la decisión y sobre todo cuando se maneja términos como:

Baja, regular, Buena.

Todas esas variables lingüísticas de decisión son muy adecuadas para la lógica difusa porque permiten luego procesarla de forma analítica y tener un resultado de la misma naturaleza que tenemos los humanos.

En cuestión a la programación del sistema se hará uso de las reglas de entradas difusas se hará uso de patrones inteligentes para este proceso.

4.2.3. Esquema global de aplicación de reglas con nodos inteligentes

Los pasos descritos en esta sección explican cómo crear reglas de validación para campos y registros, y explican cómo probar una nueva regla de validación con datos existentes.

Se pueden especificar reglas de validación para todos los tipos de datos,, Datos adjuntos y campos de tipo Número definidos como compararlos y tener un resultado

Las reglas se sacan de la matriz lógica difusa, con las reglas se tiene a ser código que comparan las reglas:

Como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Reglas	Comparaciones – nodos inteligentes
If(GRADO_ACADEMICO is BAJA) or (FORMACION PERMANENTE is Baja) or (HABILIDADES IS BAJA) or (ESPECIALIZACION_LABORAL	Mediante la programación que utilizamos se va a comparar todos los campos , formación permanente , habilidades , especialización laboral , si no se escribe en esos campos el sistema va a definir como campo bajo , y el resultado será bajo

V. Funcionalidad del sistema

Ingresando al sistema



El administrador (RRHH)



Puede ingresar y tener la habilidad para:



Administrador

Nuevo usuario (tiene la potestad de ingresar nuevos usuarios dando privilegios)

A screenshot of a web application showing the 'Registro de Usuario' (User Registration) form. The form is titled 'Registro de Usuario' and contains a section 'Datos del Usuario' with the following fields: 'Nombre y apellido:' (text input), 'Celular:' (text input), 'Email:' (text input), 'Contraseña:' (password input), 'Tipo de Usuario:' (dropdown menu with 'Administrador' selected), and 'Estado:' (dropdown menu with 'Activo' selected). There are 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons at the bottom of the form. A sidebar menu is visible on the left with the same navigation options as the first image.

Crear proyecto (se crea el proyecto dando los requerimientos que requiera la empresa art. System)

Lista de proyectos

Se ve el proyecto creado donde se puede sacar reportes y ver la lista de los postulantes: ver registros, eliminación, ver resultados

ID	Nombre Proyecto	Fecha Publicación	Estado	Acciones
1	proyecto	2019-01-27	Inactivo	
2	administrador	2019-01-27	Activo	
3	ing comercial	2019-01-27	Activo	
Tot. Activos: 2		Tot. Inactivos: 1	Tot. Registros:	3

Posibles candidatos.

Posibles Candidatos.					
Partido	Nombre completo	Telefono	C.D.	Email	Opciones
0.00%	prueba 2 prueba	0000 - 000000	000000	000000@0000.com	
00.00%	prueba 2 prueba 2	00000 - 0000000	prueba 2	0000000@0000.com	
Total Registrados:					2

Ver la puntuacion.

Posibles Candidatos.					
Partido	Nombre completo	Telefono	C.D.	Email	Opciones
0.00%	prueba 2 prueba	0000 - 00000	000000	000000@0000.com	
00.00%	prueba 2 prueba 2	00000 - 0000000	prueba 2	0000000@0000.com	
Total Registrados:					2

Ver los diferentes curriculum , y su hoja de vida.

Inicio

Nuevo Usuario

Nuevo Proyecto

Lista de Proyectos

Lista de Usuarios

CV de Postulantes

Cambiar Contraseña

Salir

Hoja de Vida - CODE-3

Datos Personales

Nombre Completo: gusela 2 provela

Telefono: 2828

Celular: 34278

Direccion: Asalto

Fecha de Nacimiento: 2009-03-02

Cedula de Identidad: 342434

Correo Electronico: tomas.freddy@gmail.com

Grados académicos...

Grado	Institucion	Del	Hasta
Escuela de administracion	ams	2018-03-02	2022-03-02

Formacion Profesional...

Campo	Institucion	Del	Hasta
administracion financiera	unsa	2014-03-02	2015-04-02

Habilidades personales...

Habilidad	Descripcion
alumno	CBA

Experiencia laboral...

Experiencia	Institucion	Del	Hasta
2 Años de experiencia	entel	2022-03-02	2022-03-02

Registrar

Lista de usuarios.

Inicio

Nuevo Usuario

Nuevo Proyecto

Lista de Proyectos

Lista de Usuarios

CV de Postulantes

Cambiar Contraseña

Salir

Lista de Usuarios Creados

ID	Nombre usuario	E-mail	Clasificacion	Estado	Opciones
1	gusela	gusela	gusela	Activo	
Tot. Activos: 1		Tot. Inactivos: 0		Total Registros: 1	

Página | 143

Hoja de vida, registrados.

Inicio

Manejo Usuarios

Manejo Proyectos

Lista de Proyectos

Lista de Usuarios

C.V. de Postulantes

Cambiar Contraseña

Salir

Hoja de Vida registrados..

CCD	Nombre Postulante	Telefono / Celular	E-mail	Opciones
1	juan itz	4555 - 4566	edg@it@it.com	 
2	juan itz	itit - itit	4545@it.com	 
3	proble 2 prueba	34576 - 2333	lorenz.freddy@gmail.com	 
4	proble 2 prueba 2	23456789 - 32456	lorenz.f@gmail.com	 
Tot. Activos: 0		Tot. Inactivos: 0	Total Registrados:	4

Cambiar contraseñas.

Inicio

Manejo Usuarios

Manejo Proyectos

Lista de Proyectos

Lista de Usuarios

C.V. de Postulantes

Cambiar Contraseña

Salir

Cambiar Contraseña Actual

Cambiar Contraseña..

Contraseña Actual:

Contraseña Nueva:

Repita la Contraseña:

Guardar

Cancelar

Postulante: puede ver las siguientes requerimientos que requiera la empresa

The screenshot shows a web portal interface. On the left, there is a sidebar with two buttons: 'Proyectos' and 'Inicio sesión'. The main content area is divided into two sections. The first section is titled 'Proyecto - administrador' and contains a 'Datos de Solicitud' card. The second section is titled 'Proyecto - ing comercial' and contains a 'Datos de Solicitud' card. Both cards display a profile picture, a title, a date, and a 'Ver Mas...' button.

Proyecto - administrador	Proyecto - ing comercial
Datos de Solicitud	Datos de Solicitud
	
Grado Académico solicitado: Licenciatura	Grado Académico solicitado: Licenciatura
Fecha de Publicación: 2020-02-27	Fecha de Publicación: 2020-02-27
Expirar hasta: 2020-03-01	Expirar hasta: 2020-03-01
Ver Mas...	Ver Mas...

Ingresa al portal, luego se ve los requerimientos – deseo postularme

The screenshot shows a web portal interface. On the left, there is a sidebar with two buttons: 'Proyectos' and 'Inicio sesión'. The main content area is titled 'Proyecto - ing comercial'. Below the title, there is a 'Datos Personales' section. This section contains several sub-sections: 'Grado Académico', 'Formación Profesional', 'Experiencia', and 'Especialización'. Each sub-section has a list of checkboxes and a 'Registrar' button.

Proyecto - ing comercial	
Datos Personales	
Grado Académico	☐ Licenciatura ☐ Especialización ☐ Diplomado ☐ Maestría
Formación Profesional	☐ administración financiera
Experiencia	☐ otras
Especialización	☐ trabajo bajo presión ☐ 2 años de experiencia
Quitar Proyecto...	Registrar

Inicio
 Nuevo Usuario
 Nuevo Proyecto
 Lista de Proyectos
 Lista de Usuarios
 C.V. de Postulantes
 Cambiar Contraseña
 Data

Nuevo Proyecto

Datos de Postulantes

Datos del Proyecto

Identificador:

Fecha Est.:

Grado Académico: 25%

Formación Permanente (cursos solicitados)

25%

☐ Licenciatura
☐ Especialización
☐ Diplomado
☐ Maestría

Habilidades personales solicitadas

25%

Experiencia Laboral

25%

El costo y benefició nos permite sumar los beneficios y restar los gastos realizados, este análisis se realizara en relación del tiempo determinando para el desarrollo del sistema, dando valores a los costos y los beneficios intangibles en nuestro proyecto.

5.1.1. Costo de reclutamiento

Página | 146

Descripción	Horas Invertidas	Costo por hora	Total
Anuncio en el periódico de mayor circulación	5	120 – 220 Bs	180
Revisión de C.V	30	Bs.22	Bs.660
Selección C.V	25	Bs.22	Bs.550
Entrevista	30	Bs.22	Bs.660
Reclutamiento	20	Bs.22	Bs.440
			Bs.2495

Cuadro 1 Análisis Costo – recursos humanos

Fuente Datos de la Empresa

Tiempo de proceso

Una vez entendido el costo de reclutamiento, es necesario detallar los tiempos. Para ello, se han estimado ciertos tiempos estándares, por un análisis histórico de los ingresos, el tiempo en que se busca al candidato hasta que es ingresado por contrato.

Nivel	Tiempo de respuesta (días)
Prácticas – pasantías	15
Técnicos	18

Profesionales Jr	18
Profesionales	20

Cuadro 2 Tiempo de respuesta al requerimiento

Fuente Datos de la Empresa

Analizando el proceso por las partes mencionadas podemos hacer la siguiente de los tiempos según lo requerido.

Costos directos		
Hardware	Los costos de hardware incluyen todos los costos de infraestructura informática y de conectividad atribuidas en forma directa al proyecto con los siguientes componentes (core(TM) I3 , memoria 4.00 GB . hard disk 500 GB.	Precio equivale a 1900 bs.
Software	Se incluyen dentro del costo de software del proyecto : licencia, mantenimiento y plataforma de desarrollo.	En este costo se usó licencias de estudiante así que no se tuvo costos.
Migración de datos e integración	Los costos de esta actividad comprende los costos de tiempo de desconexión, horas- hombre que serán utilizadas durante el proceso de programación.	

Personal	Estos costos reflejan a los horarios de consultas en los proyectos.	
Consultores	Comprende aquellos costos asignados en forma directa al proyecto y que no son servicios de consulta. Entre los costos mencionados previamente, se puede identificar por ej. El servicio de mantenimiento informático.	
Difusión y comunicación	Se incluyen los costos , campañas en medios , entre otros, que son necesarios en forma directa para la difusión y comunicación del proyecto y análisis.	

Cuadro 3 Detalle de los costos

Fuente Elaboración propia

5.1.2. Costos del Desarrollo del Sistema.

Los costos del desarrollo del sistema se dividen en: Costos de desarrollo del software, costos de equipo para el desarrollo, y otros costos adicionales.

Los costos se plantean a continuación

Descripción	No de personas	Tiempo en horas	Costo por horas	Costo total
Análisis (expertos)	3	300	20	Bs. 600
Programación	1	240	15	Bs. 3600
Diseño	1	30	15	Bs. 450
TOTAL	Bs. 4.650			

5.1.3. Análisis de la estructura de relación de los beneficios esperados

Llevar a cabo un análisis de la estructura para determinar si se está cubriendo las necesidades específicos de cada una de las siguientes áreas

Detalle	Obtención con el sistema
Control	Con el sistema se pudo hacer un control con la base de datos haciéndolo más amigable con el usuario, administrador del sistema.
Coordinación	Se coordinaron los requisitos con los expertos del área de recursos humanos.
Desarrollo	Se desarrolló con las especificaciones de los expertos dando reglas difusas

	para el proceso de reclutamiento y selección del personal.
Costos mínimos	Los costos: se manifestaron con tiempos de desarrollo de software.

Cuadro 4 Análisis de la estructura de relación de los beneficios

Fuente Elaboración propia

Llevar a cabo un análisis de estructura en base a las cuatro puntos anteriores y contestar las interrogantes, se pudo establecer que la estructura está bien se llegó a la conclusión que existe un beneficio óptimo.

5.1.4. Beneficios

Los beneficios del sistema de reclutamiento y selección se manifiestan de muchas formas, entre ellos tenemos los beneficios tangibles e intangibles. El nuevo sistema se ha proyectado para una vida útil de 5 años, teniendo como base los siguientes criterios.

En todos los años de fundación de la empresa, no se han realizado cambios relevantes en la forma de llevar a cabo el proceso, por lo que considerando el historial del proceso de reclutamiento se estima que la posibilidad de realizar cambios en el proceso académico sea aproximadamente de 5 años.

El sistema ha requerido operar la información con datos históricos (3 años antes a partir del funcionamiento del sistema). El nuevo sistema de

reclutamiento está desarrollado en lógica difusa una tecnología que permitirá incorporar las nuevas demandas de información por parte de la empresa.

Beneficios Tangibles En nuestro caso, son aquellos beneficios que se pueden comprobar en términos de tiempo y economía.

5.1.5. Reducción de tiempo

Se compara los tiempos efectuados en una actividad durante el sistema manual y el sistema, en la cual podemos apreciar que el sistema frente al sistema manual, ofrece significativamente un ahorro de tiempo en cada una de las actividades mencionadas.

A continuación se presenta en forma gráfica la metodología de cálculo para la reducción de las horas de revisión de los diferentes currículos que llegan para ser evaluados, también tomando en cuenta las hojas de vida que llegan a la empresa.

DETALLE	TIEMPO DE REVISION CADA HOJA DE VIDA	30%	100 %
TIEMPO (MANUAL)	Revisando	2 min	5 -7 min
TIEMPO (SISTEMA)	Revisando	0 min	0 min



5.1.6. Beneficios Intangibles

El sistema, cuenta con una información organizada con una base de datos, que le permitirá contar con información oportuna en forma más rápida y segura. Garantizar seguridad a la información a través de los usuarios. Automatizar y llevar un mejor control de los procesos reclutamiento y selección Reducción de pérdidas de información.

5.1.7. Beneficios de reclutamiento en Red

El reclutamiento a través de Internet implica el uso de Internet como un canal por el que se pueden ofrecer los puestos y proporcionar información respecto al proceso de presentación de las candidaturas. Las empresas que utilizan reclutamiento on-line disfrutan de una ventaja competitiva sobre las que no lo utilizan. El reclutamiento on-line es relativamente barato, llega a candidatos a los que no se podría acceder utilizando los métodos convencionales y puede ser más rápido y eficaz que otros métodos.

La ventaja del reclutamiento on-line será sostenible si las empresas son capaces de gestionar eficazmente el proceso; las que tengan el mejor software de análisis y la capacidad de respuesta más rápida disfrutarán de una ventaja. Aunque Internet es útil para atraer, clasificar y contactar con los candidatos de un modo más efectivo, la interacción cara a cara es aún crucial en el proceso de contratación.

El reclutamiento a través de Internet exige nuevas competencias a los directores de recursos humanos.

Ventajas del reclutamiento en Red

1. Globalización.
2. Ahorro de tiempo.
3. Imagen innovadora.
4. Disponibilidad.
5. Accesibilidad.
6. Confidencialidad
7. Rapidez.
8. Económico.

5.1.8. Factibilidad comparando sistema antiguo y con software diseñado.

Para que el proyecto sea considerado factible debe pasar por lo menos las siguientes pruebas, se va comparar el sistema antiguo, con el software diseñado, ya que veremos si es factible con el proceso de reclutamiento y selección

Se tomó en cuenta un currículo xxx , de un porcentaje de 38 postulantes donde se seleccionó a la persona con las entrevistas y proceso actuales de la empresa , por el cual se tomó en cuenta los requerimientos.

De los 38 currículo se tomó una media de 15 currículos con el sistema , poniendo el currículo seleccionado al azar en los 15 currículos , de los cuales el sistema seleccionó una media de 4 que tenían el puntaje más alto de 80 a 100 %, entre los 4 estaba el currículo que tomo la empresa para contratar.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó que actualmente los recursos humanos se consideran un activo fuente de ventaja competitiva para una empresa u organización. Una manera de aprovechar lo mejor posible este recurso es a través de la implementación de tecnologías modernas como los sistemas expertos y la lógica difusa.

Se establecieron los modelos matemáticos ayudan a tomar decisiones se muestran algunas ventajas como la obtención de soluciones claras y rápidas que son fáciles de comprender. Por otra parte, las dificultades aparecen porque, de una forma general, los modelos matemáticos son demasiado objetivos y cuantifican magnitudes que difícilmente se relacionan con estas prácticas. Para evitar esto, usamos modelos desarrollados con la teoría de conjuntos difuso, para añadir incertidumbre y subjetividad al problema. Mostrar un fenómeno que ocurre en la vida real sin ninguna deformación es una tarea difícil. La lógica difusa no aumenta la dificultad de las matemáticas tradicionales y está más cercana al pensamiento humano.

Se establecieron las variables difusas apropiadas y necesarias que fueron utilizadas en este proyecto, de acuerdo a los expertos del área.

En los sistemas expertos también es importante concluir que va ser un experto en el área, en la toma de decisiones, no así el sistema ya que el sistema tiende a reclutar a un porcentaje de los candidatos.

Se estableció que la lógica difusa que fue planteado en este proyecto académico permitió comprobar y generar resultados válidos, seguros y confiables respecto al proceso de selección y reclutamiento del personal, colaborando así a los expertos en la toma de decisiones del área de recursos humanos.

El apoyo, colaboración y la supervisión brindada por los expertos, fue fundamental para el desarrollo de este proyecto, debido a que sin su cooperación, no se hubiera podido determinar el nivel de importancia de cada una de las variables utilizadas en el modelo difuso.

El sistema desarrollado brinda una herramienta amigable con el usuario, ya que permite operarlo fácilmente.

6.1. Conclusiones respecto a los objetivos específicos

Se definieron todos los procesos por el cual se lleva a cabo el proceso de reclutamiento y selección del personal de la empresa Art Style I. T., se definieron las variables de entrada, ponderaciones, rangos, y combinatorias, se establecieron los procesos de reclutamiento y selección mediante entrevistas, cuestionarios, para un mejor proceso de selección tanto al momento de la toma de decisiones y dar al experto una herramienta moderna.

Se establecieron los diagramas IDEF 0 para mejorar el flujo de información, hasta que las soluciones propuestas por el sistema fueron consideradas válidas por el experto.

Se validó el sistema a través del prototipo para obtener resultados de análisis que permitieron una evaluación del mismo.

6.2. Conclusiones respecto al objetivo general

Como consecuencia se concluyó que se cumplió con el objetivo general esto da lugar que:

- Implementación de la lógica difusa el proceso de reclutamiento y selección del personal docente
- Se implementó la lógica difusa en la toma matemáticamente en la toma de decisiones.

“Diseñar un sistema experto basado en lógica difusa destinado al proceso de reclutamiento y selección de personal para la empresa Art Style I. T., , para facilitar la toma de decisiones en proceso de gestión en las áreas de recursos humanos.”

Por consiguiente y efectivamente con la realización de este proyecto de grado, se llegó a diseñar un sistema experto basado en lógica difusa, que permitió al experto dar un parámetro del posible candidato, brindándole información necesaria para que apoye a los expertos en el área de recursos humanos para que los mismos, manifiesten sus respectivas decisiones en la toma de decisiones y brinda al experto.

6.3. Recomendaciones

Todo lo que se puede mejorar

Las recomendaciones que se sugieren. Producto de la investigación académica realizar son los siguientes:

- El presente proyecto académico plasmado a través del sistema experto y lógica difusa para el proceso de reclutamiento y selección del personal, pueda acoplarse perfectamente a otro tipo

de sistema similar al mismo y orientados a la parte de Recursos humanos, para formar un sistema mucho más completo.

- Este proyecto también pudo ser realizado haciendo uso de otras técnicas dentro del campo de la inteligencia artificial, siendo más apropiadas para el tema el empleo de las redes neuronales, buscando así una red de aprendizaje y el empleo de la minería de datos , obteniendo información implícita en las bases de datos del sistema.
- Recomendar que para realización de futuros proyectos de grado se debe contar con suficiente cantidad de datos y acceso a los mismos, para que así respalden un desarrollo óptimo del sistema.
- También se recomienda la realización de proyectos que presenten un aporte mucho más amplio, aplicativo a la realidad y si se tratara de un sistema de información relacionar algún proceso con sistema experto o redes neuronales para agilizar algún camino o poder relacionar algún datos que sean difusos para poder llegar a un resultado
- Se recomienda a partir de lo planificado que sistema se ponga a disposición un sistema android ya que el móvil será una ayuda para difundir el sistema y sea más amigable con la tecnología actual.

Anexo B

MATRIZ DE PLANIFICACION –MARCO LOGICO

Sistema de reclutamiento y selección

Descripción del proyecto	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Automatizar el proceso de reclutamiento y selección del personal, para la toma de decisiones, y disminuir tiempos.	Las estadísticas muestran que el 75% de los candidatos son descartados por el currículo antes de llegar a la fase de la entrevista Estadísticas solo se revisa el 33% en 3 m. y 84% en 10 m.	Estadistas previas análisis de un estudio de THE LADDERS FOUND , Para poder determinar esto , se utilizaron técnicas de seguimiento.	Disminución considerada del tiempo establecido para revisar los diferentes hojas de vida de los diferentes candidatos.
A través de los expertos, identificar, diagnosticar, el reclutamiento y selección Definir los procesos de reclutamiento y selección del personal para establecer la metodología que apoyen al modelo difuso a ser planteado. Análisis y diseño del sistema.	Obtener un porcentaje de los posibles candidatos de acuerdo a los requerimientos de la Empresa.	Mediante cuestionarios entrevistas, y material existente para establecer el modelo difuso destinado al presente proyecto.	La herramienta cuenta con una base de datos que registra automáticamente los porcentajes , y salida de información con dicha información.
RRHH se beneficiaran mediante la creación de un sistema para la toma de decisiones, para disminuir tiempo y procesos.	Nivel de conocimientos sobre herramientas de reclutamiento y selección de los expertos del área acceso a información de los	Informe de los procesos de reclutamiento , estableciendo tiempo para el proceso de reclutamientos y selección	Disposición favorable de los expertos. Cumplimiento de las normas y procesos en el momento de reclutamiento.

	diferentes hojas de vida de los diferentes candidatos.	Registros y evaluación y seguimiento del software en el transcurso del proyecto.	
Preparación para la construcción con diagramas, sistemas expertos, lógica difusa , ciclo de vida del software proceso de reclutamiento y selección del personal.	Control de calidad y seguimiento Soporte, capacitación del funcionamiento.	Estadísticas y registros de los candidatos.	Existen personal calificado para la herramienta del proceso de reclutamiento y selección del personal.

BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

Bibliografía

- ALLES. M. A. (2000): *Dirección estratégica de recursos humanos: gestión por competencias*. Buenos Aires: Granica.
- BOHLANDER, G.W.; SNELL, S. Y SHERMAN, A. (2003): *Managing Human Resources* Mason : South-Western College.
- BOYATZIS, R.E. (1982). *The Competent Manager. A model for effective performance*. John Wiley & Sons. New York.
- CALVO, T. Y MESIAR, R. (2003): "Weighted triangular norms-based aggregation operators". *Fuzzy Sets and Systems* 137 pp. 3-10.
- CANÓS, L.; FERNÁNDEZ, J.A. Y VALDÉS, J. (2002): "Aplicación de las nuevas tecnologías a las políticas de contratación y reestructuración de plantillas: el programa StaffManager 1.0". I Congreso Nacional de Comercio Electrónico Aplicado. Valencia.
- CANÓS, L Y LIERN, V. (2003): "Toma de decisiones mediante algoritmos borrosos: aplicación a la viabilidad y reestructuración de plantillas laborales". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 12, pp. 127-142.
- CANÓS, L. Y LIERN, V. (2004): "Some fuzzy models for human resources management". *Int. J. Technology, Policy and Management*, vol. 4 No. 4, pp. 291-308.
- CANÓS, L.; VALDÉS, J. Y ZARAGOZA, P.C. (2003): "La gestión por competencias como pieza fundamental para la gestión del conocimiento". *Boletín de Estudios Económicos* nº 180 pp. 445-463.

- CARLSSON, C.H. Y FULLÉR, R. (2002): *Fuzzy reasoning in decision making and optimization*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- CARLSSON, C.H. Y KORHONEN, P. (1986): "A Parametric approach to fuzzy linear programming". *Fuzzy Sets and Systems* 20 pp. 17-30.
- Martha Alicia Alles, ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS , Editorial LUX (2000)
- Montes & González, 2010
- Chiavenato 2000 "Racionalidad Limitada"
- Martín del Brío, B., Sanz Molina, A. *REDES NEURONALES Y SISTEMAS BORROSOS*. 3ª edición. *Ra-Ma*
- ANDREU, R., RICART J. E. Y VALOR, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid
- ANDREU, R., RICART J. E. Y VALOR, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid
- EDWARDS, C., WARD J. Y BYTHEWAY, A. (1998): Fundamentos de Sistemas de Información. Prentice Hall, Madrid
- PORTER, M (1982): Estrategia competitiva. C.E.C.S.A., México
- NAVAS, J.E. (1994): Organización de la Empresa y Nuevas Tecnologías. Pirámide, Madrid
- Patrick Henry Winston: Artificial Intelligence. Addison-Wesley, 1992
- Patrick Henry Winston: Artificial Intelligence. Addison-Wesley, 1992
- Nils J. Nilsson: Principles of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, 1986

- GUTIERREZ, Miguel. *Introducción a los Sistemas Basados en el Conocimiento*. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Sevilla. 2006.
- GIARRATANO, J.; RILEY, G. *Sistemas Expertos: Principios y Programación*. Thomson Editores. 2001
- Fuzzy Logic - Lógica Difusa 2da edición
- J.P. Aurrand-Lions, L. Fournier, P. Jarri, et al. Application of fuzzy control for ISIS
- A fuzzy topsis approach to human resources performance evaluation. Tuncay GÜRBÜZ¹, Yıldız Esra ALBAYRAK
- Caki, N., & Solmaz, B. (2013). The effects of facial beauty in personnel selection: A field work in retail sector. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 84, 1203-1206.
- Canós, L., Casasús, T., Crespo, E., Lara, T., & Pérez, J. (2011). Personnel selection based on fuzzy methods. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 18(1), 177-192.
- Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1), 1-13.

WEBGRAFIA

- http://theses.univlyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2009.sureephong_p&part=225281
- https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa
- https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa

- <http://logicadifusaluar.wikispaces.com/>
- How Data Beats Intuition at Making Selection Decisions - Scientific American <http://www.scientificamerican.com/article/how-data-beats-intuition-at-making-selection-decisions>
- Big data and hiring, Robot recruiters <http://www.economist.com/news/business/21575820-how-software-helps-firms-hire-workers-more-efficiently-robot-recruiters>.
- The evolution of recruitment <http://www.socialtalent.co/blog/the-evolution->
- The People Industry <https://www.linkedin.com/pulse/20140615231643-15044927-evolution-of-recruitment-the-people-industry>