

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



Título: Métrica para la definición de casos de uso y decisión de cambios, vinculando la Lógica Difusa con la Ingeniería de Software.

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

Autora: Danelys de las Mercedes Hernández Domenech

Tutora: Ing. Iliana Pérez Pupo

Co-tutor: MSc. Roberto Millet Luaces

Ciudad de la Habana

Julio 2008

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Danelys de las Mercedes Hernández Domenech

Iliana Pérez Pupo

Firma del Autor

Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTO

Ing. Iliana Pérez Pupo

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el 2007 y profesor instructor con un año de experiencia docente en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

“Cuando puedas medir lo que estas diciendo y expresarlo con números, ya conoces algo sobre ello; cuando no puedas medirlo, cuando no puedas expresar lo que dices con números, tu conocimiento es precario y deficiente.”

Lord Kelvin

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Iliana por ofrecerme su ayuda y ser mi guía en el desarrollo de este trabajo de diploma, porque sin su constante entrega no me habría sido posible finalizar

Al profe Millet por sus sabios consejos para la tesis y por brindarme aliento en los tiempos más duros de este último año de la carrera

A mis padres Josefina y Dionisio por darme la vida y siempre estar presentes en los momentos más importantes y difíciles, por siempre creer en mí

A mis abuelos Merci y Elio por enseñarme a ser “yo”

A mi tío Omar por ser mi segundo papá y darme todo su cariño y amor

A Mirna por su apoyo y ayuda incondicional todos estos años de carrera

A mis amistades de estos cinco años de Universidad por aguantarme y darme ánimos cuando pensaba que las fuerzas se me iban a terminar

A mi hermanita Tay por sus constantes consejos, por ser simplemente mi “amiga”

A todos los que de una forma u otra han contribuido a mi formación como profesional, muy especialmente a los profes que me ayudaron con la PNP

A Fidel por haberme dado la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera

A todos muchas gracias

Nely

DEDICATORIA

A mis abuelito Elio por enseñarme el camino correcto y dejar que yo decidiera hacia donde dirigirme, por siempre confiar en mí y estar presente en todo momento de mi vida, aún cuando la distancia más grande hoy nos separa.

RESUMEN

La Ingeniería de Software garantiza una elevada calidad en los productos software desarrollados por los profesionales de esta disciplina, siendo su etapa inicial fundamental para la definición del diseño arquitectónico del sistema. En dicha etapa se realiza la captura y definición de requerimientos funcionales y de los casos de uso que dirigirán todo el proceso ingenieril en cada una de las fases de desarrollo. En la actualidad, no se realiza de una forma óptima y eficiente el proceso de clasificación de criticidad o no de estos casos de uso ni la valoración de aceptación o no de un cambio en los proyectos productivos de la UCI, por lo que esa calidad se está viendo afectada.

En este trabajo investigativo se propone dar solución a ese problema a través de la utilización de la teoría de la Lógica Difusa en la construcción de una métrica que logre estandarizar estos procesos y que ayude a la toma de decisiones en los proyectos. Para ello se analizaron conceptos fundamentales de la teoría difusa utilizados para facilitar el trabajo con la información de tipo ambigua e imprecisa que se maneja para realizar la clasificación. Se hizo una comparación entre los modelos difusos más utilizados para elegir el que se emplearía en vista de las ventajas y limitaciones de cada uno, realizándose encuestas a expertos con el objetivo de definir las variables del modelo así como los rangos entre los que oscilaría cada una, llegando finalmente al planteamiento de las reglas difusas que dieron solución a la problemática existente, obteniendo la modelación final de la métrica.

PALABRAS CLAVE

Cambios, casos de uso, Lógica Difusa, métricas, SBRD.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.1 Introducción	4
1.2 Lógica Difusa	4
1.2.1 Atributos difusos.....	5
1.2.2 Cuantificadores difusos.....	5
1.2.3 Conjuntos Difusos.....	6
1.2.3.1 <i>Funciones de pertenencia o inclusión de Conjuntos Difusos</i>	6
1.2.4 Variable Lingüística.....	10
1.2.5 Particiones Difusa.....	10
1.2.6 Inferencia Difusa.....	11
1.2.6.1 <i>Fundamentos de la lógica proposicional</i>	11
1.2.6.2 <i>Métodos de inferencia difusa</i>	12
1.2.6.3 <i>Implicación Difusa</i>	12
1.2.7 Reglas difusas.....	13
1.2.7.1 <i>Clasificaciones de Reglas Difusas</i>	14
1.2.7.2 <i>Proposiciones Difusas</i>	14
1.2.8 Modelos basados en la Lógica Difusa.....	14
1.2.8.1 <i>Algoritmo agrupamiento borroso (FCM)</i>	15
1.2.8.2 <i>Algoritmo tipo Tsukamoto</i>	15
1.2.8.3 <i>Algoritmo tipo Sugeno</i>	15
1.2.8.4 <i>Algoritmo tipo Mamdani</i>	15
1.2.8 Lógica difusa en Inteligencia Artificial.....	16
1.2.9 Facilidades que brinda la Lógica Difusa.....	16
1.3 Conceptos de la Ingeniería de Software	18
1.3.1 Caso de uso.....	18
1.3.2 Priorización de casos de uso Arquitectónicamente.....	18
1.3.3 Clasificación de los casos de uso.....	18
1.3.3.1 <i>Estrategia general</i>	19
1.3.3.2 <i>Propuesta de Clasificación de los casos de uso</i>	20

1.3.4 ¿Qué es Cambio, en Ingeniería de Software?.....	21
1.3.4.1 Tipos de Cambios.....	21
1.3.4.2 Propuesta de clasificación de los Cambios.....	22
1.3.5 Definiciones de Métrica	24
1.3.6 ¿Por qué es importante medir?.....	25
1.3.7 Tipos de métricas utilizadas en la Ingeniería de Software	25
1.3.7 Técnica de la Consulta de Expertos.....	28
1.3.7.1 Ventajas	29
1.3.7.2 Desventajas.....	29
CAPÍTULO 2: TIPOS DE SISTEMAS DIFUSOS.....	31
2.1 Introducción.....	31
2.1 Sistemas Basados en Reglas Difusas (SBRD)	31
2.4.1 Estructura básica de un SBRD	31
2.4.1.1 Base del Conocimiento	32
2.4.1.2 Motor de Inferencia.....	33
2.4.1.3 Interfaz de fuzificación y defuzificación	33
2.4.2 Sistema difusos de tipo Mamdani	36
2.4.2.1 Estructura.....	36
2.4.2.2 Ventajas y desventajas	36
2.4.3 Sistema difusos de tipo TSK (Takagi, Sugeno y Kang).....	37
2.4.3.1 Estructura.....	37
2.4.3.2 Ventajas y desventajas	37
2.5 Determinación del Algoritmo a utilizar	37
2.5.1 Descripción general del algoritmo	38
2.5.2 Aplicaciones de los sistemas difusos de tipo Mamdani.....	39
2.6 Descripción de las técnicas y herramientas utilizadas	40
2.6.1 Aplicación de técnicas de Consulta de Expertos en la UCI.....	40
2.6.1.1 Método Delphi	40
2.6.2 Statgraphics	41
2.6.3 Matlab	41
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MÉTRICA.....	42
3.1 Introducción.....	42
3.2 Encuesta aplicada a los Expertos	42
3.2.1 Cuestionario de preguntas.....	42
3.2.2 Tratamiento Estadístico	43
3.2.2.1 Gráficos Obtenidos	44

3.2.2.2 Resumen estadístico sobre el criterio de los Expertos.....	45
3.3 Definición de la métrica.....	46
3.3.1 Arquitectura detallada.....	46
3.3.2 Definición de las variables de entrada.....	46
3.3.2 Variables de salida.....	56
3.3.3 Pasos para la construcción de la métrica.....	57
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS.....	89
GLOSARIO.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Función de pertenencia de tipo trapezoidal.....	7
Figura 2. Función de pertenencia de tipo singleton.....	8
Figura 3. Función de pertenencia de tipo T.....	8
Figura 4. Función de pertenencia de tipo S.	9
Figura 5. Función de pertenencia de tipo π (forma de campana).....	9
Figura 6. Estructura de un SBRD	32
Figura 7. Estructura detallada de un SBRD	32
Figura 8. Método de defuzzificación centro de área.....	34
Figura 9. Método de defuzzificación centro de área con discretización.	34
Figura 10. Método de defuzzificación centro de mayor área.	35
Figura 11. Método de defuzzificación primero del máximo, último del máximo y media de los máximos.....	35
Figura 12. Sistema difuso de tipo Mamdani.....	36
Figura 13. Sistema difuso de tipo Sugeno.	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de verdad de las operaciones lógicas	11
Tabla 2.	Criterios de complejidad de un CU.....	57
Tabla 3.	Criterios de importancia de un CU	57
Tabla 4.	Criterios de complejidad de un cambio	58
Tabla 5.	Criterios de importancia de un cambio.....	58
Tabla 6.	Relación entre los criterios de complejidad e importancia de los CU	59
Tabla 7.	Base de reglas para la clasificación de CU	70
Tabla 8.	Relación entre los criterios de complejidad e importancia de los cambios	71
Tabla 9.	Base de reglas para la clasificación de los cambios.....	83
Tabla 10.	Relación entre las clasificaciones de los CU y los cambios.	84
Tabla 11.	Base de reglas para la definición de aceptación de un cambio.....	84

INTRODUCCIÓN

El futuro desarrollo del software dependerá en gran medida del potencial humano, de la gestión de la producción y de los conocimientos que se alcancen. La Ingeniería de Software en toda su amplitud, tiene asegurado un papel protagónico en este futuro.

Con la utilización de la Ingeniería de Software se garantiza una calidad superior a los productos de software elaborados por profesionales de nuestro país, aumentando nuestro prestigio internacional en esta esfera, tan importante en el desarrollo actual de la economía y a la vez el desarrollo de la sociedad.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) como pilar en este creciente progreso de nuestra sociedad en vías de la informatización, ha venido a ocupar un lugar cimero en el desarrollo del software, y a su vez la Ingeniería de Software como instrumento principal de esta gran tarea se ha perfeccionado cada vez más y su uso en nuestra Universidad ya es hoy una tarea habitual e ineludible.

El concepto de caso de uso es uno de los conceptos más importantes de la Ingeniería de Software, estos describen el comportamiento funcional que debe cumplir un sistema informático para satisfacer una determinada necesidad del cliente. Pero a la vez cada caso de uso tiene una complejidad y una importancia, que se puede dar en los criterios de: Alta, Media y Baja, determinada por los elementos de datos que maneje el caso de uso, transacciones involucradas, complejidad de los algoritmos, requerimientos no funcionales, así como su impacto en la arquitectura del sistema.

Para manejar esta información que tiende a ser vaga, ambigua, imprecisa se hará uso de la Lógica Difusa ya que esta se refiere a los principios formales del razonamiento aproximado, considerando el razonamiento preciso (Lógica Clásica) como caso límite. Con el uso de esta teoría se quiere llegar a la confección de una métrica para lograr una estandarización en todos los proyectos de la UCI en cuanto a atender una solicitud de cambio o no para un caso de uso, teniendo en cuenta los aspectos anteriores. Ya que en la actualidad no se cuenta con la misma y esto trae como consecuencia que se produzcan atrasos en la entrega de un producto software y en ocasiones que el sistema final no sea entregado con todas sus funcionalidades al máximo, al aceptar cambios inconvenientes o rechazar cambios que traerían grandes beneficios para el proyecto.

Para la solución a la **situación problemática** existente que brinde como resultado una correcta definición de los casos de uso y los cambios, se plantea el siguiente **problema científico**: ¿Cómo confeccionar una métrica para hacer una valoración de los criterios de complejidad e importancia de los casos de uso y para la toma de decisión de realización de cambio o no en un producto software en los proyectos productivos en la UCI?

El **objeto de estudio** de la investigación es el: Proceso de aplicación de la Lógica Difusa en el análisis de los casos de uso en la Ingeniería del Software y el **campo de acción**: Elaboración de una métrica que permita evaluar el nivel de importancia y complejidad de los casos de uso y para la toma de decisión de realizar o no cambios utilizando la Lógica Difusa aplicados a proyectos en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Para dar solución al anterior problema científico, se plantea como **objetivo general**: Desarrollar una métrica para realizar una valoración de los criterios de complejidad e importancia de los casos de uso y para la toma de decisión de realizar o no cambios en un producto software.

De acuerdo con el problema científico se tiene la siguiente **idea a defender**: Con la obtención de una métrica capaz de evaluar el nivel de importancia y complejidad de los casos de uso, los proyectos podrían contar con un análisis más preciso y crítico de sus funcionalidades desde el punto de vista de su importancia y complejidad y podrían realizar una mejor toma de decisiones en cuanto a aplicar o no un determinado cambio.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean las siguientes **tareas de investigación**:

1. Investigar la teoría de la Lógica Difusa.
2. Analizar técnicas para realizar la clasificación de prioridad de los casos de uso aplicando la Lógica Difusa.
3. Realizar Consulta de Experto en los proyectos de la UCI sobre cómo definen la prioridad y la importancia de los casos de uso, así como su valoración en realizar cambios o no de ellos.
4. Estudiar dentro de la Ingeniería de Software, los tipos de métricas existentes.
5. Elaborar una métrica para la clasificación de prioridad de los casos de uso y para la toma de decisión de realizar o no cambios.

Para el desarrollo de las tareas científicas se combinan diferentes **Métodos y Técnicas en la búsqueda y procesamiento de la información**. Dentro de los métodos teóricos se utilizó el:

- **Métodos de análisis-síntesis e inducción-deducción:** Para el estudio de las concepciones y conceptos empleados en el campo; para analizar las teorías y documentos que existan sobre el tema, permitiendo la extracción de los elementos más importantes que se relacionen con el mismo.
- **Análisis histórico-lógico:** Para conocer, con mayor profundidad, los antecedentes y las tendencias actuales referidas a los sistemas basados en reglas difusas; además de conceptos, términos y vocabularios propios del campo como conjuntos difusos, grado de pertenencia, base de reglas difusas, y funciones de pertinencias.

De los métodos empíricos se recurrió al:

- **Método de la entrevista:** Para contrastar criterios de una muestra profesores de Ingeniería de software con una determinada experiencia en el temas de Ingeniería de software y calidad.

El presente documento está estructurado en tres capítulos:

En el **capítulo 1** se tratan los conceptos fundamentales y más usados de la Lógica Difusa, se mencionan algunos modelos característicos de la misma y conceptos de la Ingeniería de Software que se vinculan con el proceso de desarrollo de la presente investigación.

En el **capítulo 2** se realizó un estudio a mayor profundidad sobre dos de los diferentes tipos de sistemas difusos más importantes, y se efectuó la selección del que por sus características era el más adecuado para aplicar en la confección de la métrica. Haciéndose un análisis de las técnicas y herramientas empleadas para llegar a la solución.

En el **capítulo 3** se hizo un análisis para obtener una valoración cualitativa, en función de un acercamiento a lo cuantitativo acerca de la clasificación de los casos de uso y los cambios en la Universidad, para esto se emplearon técnicas de Consulta de Expertos. Y se definió una métrica para estandarizar estos procesos utilizando el Sistema Basado en Reglas Difusas de tipo Mamdani.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

En el presente capítulo se hace alusión a los conceptos fundamentales y más usados en la Lógica Difusa, se mencionan algunos modelos característicos de la misma y conceptos de la Ingeniería de Software que se vinculan con el proceso a desarrollar en la presente investigación.

1.2 Lógica Difusa

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, con ruido o incompleta. En general la Lógica Difusa imita cómo una persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas. Es una técnica de la inteligencia computacional que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. (Rodríguez Castillo, 2005)

La Lógica Difusa es una disciplina matemática cuya base se encuentra precisamente en el razonamiento aproximado, fue investigada, por primera vez, a mediados de los años sesenta en la Universidad de Berkeley (California) por el ingeniero Lotfy A. Zadeh cuando se dio cuenta de lo que él llamó principio de incompatibilidad: “Conforme la complejidad de un sistema aumenta, nuestra capacidad para ser precisos y construir instrucciones sobre su comportamiento disminuye hasta el umbral más allá del cual, la precisión y el significado son características excluyentes” (Pérez Pueyo, 2005). Muy unido a esta teoría se encuentra el concepto de Conjuntos Difusos, bajo el que reside la idea de que los elementos que lo conforman pertenecen a él con cierto grado, y estos conjuntos están definidos por etiquetas lingüísticas, por ejemplo: Alto, Medio y Bajo.

La Lógica Difusa permite representar el conocimiento humano de una forma matemática utilizando la teoría de los Conjuntos Difusos, consiguiendo que se empleen simultáneamente tanto datos numéricos como los términos lingüísticos que se asocian a estos y se acercan más a la manera de pensar del ser humano, que tiende a poseer cierta vaguedad, pero son los que precisamente aportan una información más útil a los sistemas que utilizan esta teoría. Estos sistemas tienen como característica principal la capacidad de poder modelar cualquier proceso no lineal o no bien definido, permiten utilizar fácilmente el conocimiento de los expertos y gracias a la simplicidad de los cálculos necesarios pueden aplicarse para lograr sistemas rápidos y no necesariamente costosos. (Martín Del Brío, y otros, 2001)

Entre las características más atractivas que ostenta la Lógica Difusa se encuentra su gran flexibilidad, su tolerancia con la imprecisión, su capacidad para modelar problemas no-lineales, y su base en el lenguaje natural.

1.2.1 Atributos difusos

Los atributos difusos se clasifican en tres tipos:

Tipo 1: estos atributos son utilizados para representar “datos precisos” (clásicos, sin imprecisión) que pueden tener etiquetas lingüísticas definidas sobre ellos. Los atributos de Tipo 1 reciben una representación igual que los datos precisos, pero puedan ser manejados en condiciones difusas. Por ejemplo, una persona es alta.

Tipo 2: estos atributos son utilizados para representar “valores imprecisos sobre referencial ordenado”. Admiten tanto datos clásicos como difusos, en forma de distribuciones de posibilidad. El dominio D , asociado a este tipo de atributo puede estar definido por (a) valores numéricos; (b) por escalares simples, en ambos casos, con grado de posibilidad 1; (c) por etiquetas lingüísticas; (d) por valores parcialmente desconocidos entre dos valores precisos; (e) por valores parcialmente desconocidos entre un valor preciso, en esos tres casos, con grado de posibilidad entre 0 y 1, es decir, con $\mu_A(u) \in [0,1]$; (f) por valores desconocidos con grado de posibilidad 1; (g) por valores inaplicables con grado de posibilidad 0; y (h) por valores nulos con grado de posibilidad 1. Por ejemplo, la edad puede tener las etiquetas niño, joven, adultos, referenciadas sobre un conjunto entre 0 y 100.

Tipo 3: son atributos referentes a “datos imprecisos sobre referencial no ordenado normalizado”. Estos atributos son definidos sobre un dominio subyacente no ordenado. El dominio D , asociado a este tipo de atributo puede estar definido por (a) valores excluyentes de números o escalares con grado de posibilidad 1, es decir, con $\mu_A(u) \in 1$; (b) por relaciones de similitud con grado de posibilidad entre 0 y 1, es decir, con $\mu_A(u) \in [0,1]$; (c) por valores desconocidos con grado de posibilidad 1; (d) por valores inaplicables con grado de posibilidad 0; y (e) por valores nulos con grado de posibilidad 1. Por ejemplo, el atributo “color del pelo” puede tener las etiquetas rubia, pelirroja y castaña. (Jiménez, y otros)

1.2.2 Cuantificadores difusos

Los cuantificadores difusos permiten expresar cantidades o proporciones difusas para dar una idea aproximada del número de elementos de un subconjunto (o que cumplen cierta condición) o de la proporción de ese número en relación con el total de elementos posibles. Los cuantificadores pueden ser absolutos o relativos:

Cuantificadores absolutos: expresan cantidades sobre el número total de elementos de un determinado conjunto, diciendo si este número es “grande”, “muchísimos”, “aproximadamente entre 5 y 10”, etcétera.

Cuantificadores relativos: expresan mediciones sobre el número total de elementos que cumplen cierta característica dependiendo del total de elementos posibles, por lo que la verdad del cuantificador depende de dos cantidades. Este tipo de cuantificadores se usa en expresiones como “la mayoría”, “la minoría”, “aproximadamente 40 años”.

Se propone usar los cuantificadores difusos (absolutos y relativos) para caracterizar algunos atributos difusos (Urrutia, y otros).

1.2.3 Conjuntos Difusos

El concepto clave para entender cómo trabaja la Lógica Difusa es el conjunto difuso, se puede definir un conjunto difuso de la siguiente manera: teniendo un posible rango de valores al cual llamaremos U, por ejemplo $U=R^n$, donde R^n es un espacio de n dimensiones, a U se le denominara Universo de Discurso. En U se tendrá un conjunto difuso de valores llamado F el cual es caracterizado por una función de pertenencia u_f tal que $u_f: U \rightarrow [0,1]$, donde $u_f(u)$ representa el grado de pertenencia de un u que pertenece a U en el conjunto difuso F. (Rodriguez Castillo, 2005)

Los conjuntos difusos son considerados una generalización de los conjuntos clásicos, cuyas fronteras no son estrictamente excluyentes y sus elementos poseen grados de pertenencia, que no es más que el grado con el que el elemento pertenece o no al conjunto difuso. Por ejemplo, el conjunto de las personas que son altas es un conjunto difuso, pues no está claro el límite de altura que establece a partir de que medida una persona es alta o no lo es. Ese límite es difuso y, por tanto, el conjunto que delimita también lo será. Un conjunto difuso A sobre un universo de discurso U (ordenado) es un conjunto de pares dado por: $A = \{\mu_A(u) / u: u \in U, \mu_A(u) \in [0,1]\}$, Donde, μ es la llamada función de pertenencia y $\mu_A(u)$ es el grado de pertenencia del elemento u al conjunto difuso A. Este grado oscila entre los extremos 0 y 1, $\mu_A(u) = 0$, indica que u no pertenece en absoluto al conjunto difuso A, $\mu_A(u) = 1$, indica que u pertenece totalmente al conjunto difuso A. (Martín Del Brío, et al., 2001)

1.2.3.1 Funciones de pertenencia o inclusión de Conjuntos Difusos

La función de inclusión o pertenencia (membership function) de un conjunto difuso consiste en un conjunto de pares ordenados $F = \{(u, \mu_F(u)) / u \in U\}$ si la variable es discreta, o una función continua si no lo es. Como ya se ha comentado, el valor de $\mu_F(u)$ indica el grado en que el valor u de la variable U está incluida en el concepto representado por la etiqueta F. Para la definición de estas funciones de

pertenencia se utilizan convencionalmente ciertas familias de formas estándar, por coincidir con el significado lingüístico de las etiquetas más utilizadas. Las más frecuentes son la función de tipo trapezoidal, singleton, triangular, S, exponencial y tipo π , que pasamos a describir.

1.2.3.1.1 La función de **tipo trapezoidal** (Figura 1) se define por cuatro puntos a, b, c, d. Esta función es cero para valores menores de a y mayores de d, vale uno entre b y c, y toma valores en [0,1] entre a y b, y entre c y d. Se utiliza habitualmente en sistemas difusos sencillos, pues permite definir un conjunto difuso con pocos datos, y calcular su valor de pertenencia con pocos cálculos. Se emplea especialmente en sistemas basados en microprocesador, pues con similar formato pueden codificarse también funciones de tipo S, función de tipo π , triangular y singleton, según se distribuyan los puntos a, b, c y d de la figura (por ejemplo, juntando b y c tenemos una triangular). Se define con:

$$S(u; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \left(\frac{u-a}{b-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1 & b \leq u \leq c \\ \left(\frac{d-u}{d-c}\right) & c \leq u \leq d \\ 0 & u > d \end{cases}$$

Ecuación 1

Esta función resulta adecuada para modelar propiedades que comprenden un rango de valores (adulto, normal, adecuada...). Para modelar una función triangular se hace b=c, para una función de tipo S (pero no suave) se hace c=d=max(U), y para una función de tipo singleton a= b=c=d.

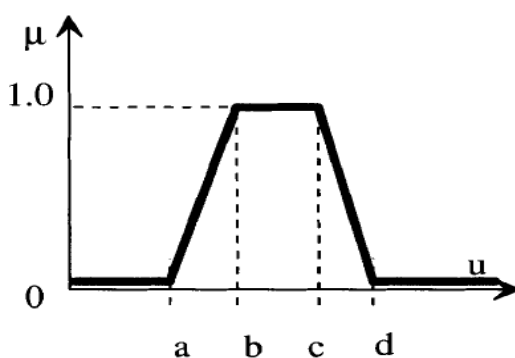


Figura 1. Función de pertenencia de tipo trapezoidal

1.2.3.1.2 La función de **tipo singleton** tiene valor 1 solo para un punto a y 0 para el resto. Se utiliza habitualmente en sistemas difusos simples para definir los conjuntos difusos de las particiones de las variables de salida, pues permite simplificar los cálculos y requiere menos memoria para almacenar la base de reglas. Se define con (Figura 2).

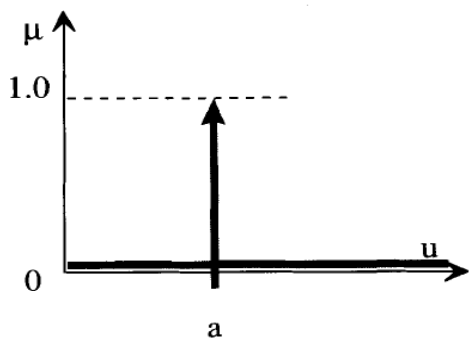


Figura 2. Función de pertenencia de tipo singleton.

1.2.3.1.3 La función de **tipo T** (triangular) (Figura 3) puede definirse como:

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases}$$

Ecuación 2

Esta función es adecuada para modelar propiedades con un valor de inclusión distinto de cero para un rango de valores estrecho en torno a un punto b.

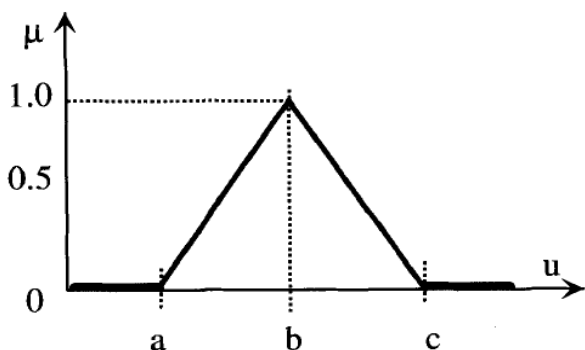


Figura 3. Función de pertenencia de tipo T.

1.2.3.1.4 La función de **tipo S** (Figura 4) puede definirse como:

$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right)^2 & a \leq u \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right)^2 & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases}$$

Ecuación 3

Esta función resulta adecuada para modelar propiedades como grande, mucho, positivo... Se caracteriza por tener un valor de inclusión distinto de 0 para un rango de valores por encima de cierto punto a , siendo 0 por debajo de a y 1 para valores mayores de c . Su punto de cruce (valor 0.5) es $b=(a+c)/2$; y entre los puntos a y c es de tipo cuadrático (suave). También se han utilizado funciones exponenciales para definir funciones de tipo S, como:

$$S(u; k, c) = \frac{1}{1 + \exp(-k(u - b))}$$

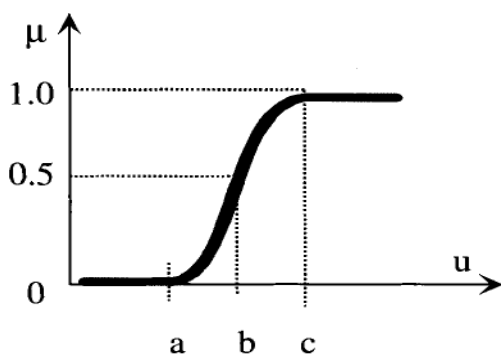


Figura 4. Función de pertenencia de tipo S.

1.2.3.1.5 La función de **tipo π** puede definirse de la forma siguiente:

$$\pi(u; b, c) = \begin{cases} S(u; c - b, c - b/2, c) & u \leq c \\ 1 - S(u; c - b, c - b/2, c) & u \geq c \end{cases} \quad \text{Ecuación 4}$$

Esta función tiene forma de campana (Figura 5), y resulta adecuada para los conjuntos definidos en torno a un valor c , como **medio, normal, cero...** Pueden definirse también utilizando expresiones analíticas exponenciales o cuadráticas, como la bien conocida campana de Gauss.

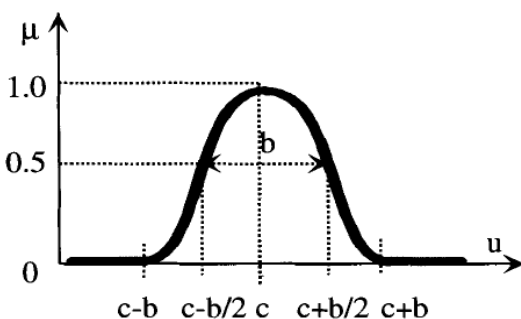


Figura 5. Función de pertenencia de tipo π (forma de campana).

(Martín Del Brío, y otros, 2001)

1.2.4 Variable Lingüística

Las variables lingüísticas es un concepto que agrupa a los conjuntos difusos asociados a una misma variable. Pueden tomar por valor términos del lenguaje natural, como mucho, poco, positivo, negativo, etcétera, que son palabras que desempeñan el papel de etiquetas, que expresan o identifican a un conjunto difuso. Aunque el objetivo principal de este concepto es expresar de manera formal el hecho de que pueden asignarse como valor de una variable palabras tomadas del lenguaje natural, no obstante a una variable lingüística podrían asignarse también valores numéricos. Así, en una expresión como la temperatura es fría, la variable temperatura debe ser entendida como una variable lingüística, pues se le asigna como valor el conjunto difuso fría, pero además esta variable puede también tomar valores numéricos como la temperatura es 4°C.

En términos más formales, una variable lingüística se caracteriza por un quintuplo $(x, T(x), X, G, M)$, donde x es el nombre de la variable, $T(x)$ es el conjunto de términos lingüísticos, X es el universo de discurso, G es el conjunto de reglas sintácticas (normalmente toma la forma de una gramática) para la generación de los nombres de los valores que puede tomar x y M es una regla semántica la cual asocia a cada valor lingüístico Z su significado $M(Z)$, donde $M(Z)$ denota un conjunto difuso en X (Piñero Pérez, 2005).

1.2.5 Particiones Difusa

Una partición difusa es un conjunto de los conjuntos difusos que hayan sido definidos para una variable en específico, en un rango determinado. Una partición de una variable A es uno de los conjuntos que pueden formarse con los elementos (términos) de $T(A)$. Así, para la variable estatura una posible partición sería la correspondiente a la Ecuación 1, con tres conjuntos difusos, cada uno identificado por una etiqueta, {Bajo, Medio, Alto}, y una función de inclusión o pertenencia, $\{\mu_{\text{bajo}}(t), \mu_{\text{medio}}(t), \mu_{\text{alto}}(t)\}$.

Una partición es completa si para todos los valores posibles de U existe en la partición un conjunto con pertenencia no nula; así, completitud es el porcentaje de los elementos de U para los que existe en la partición un conjunto con pertenencia no nula frente al total de elementos de U .

Dos conjuntos difusos están solapados si su intersección es no nula; de este modo, el solapamiento de un conjunto difuso está dado por la relación del número de elementos que comparte con otros conjuntos de la misma partición, respecto del número total de elementos que lo forman.

Para la realización de controladores basados en Lógica Difusa se han de definir particiones de las variables del controlador. Normalmente se recomienda que estas particiones sean completas, con un solapamiento del 20% al 50%, y en número impar. Normalmente se emplean particiones de 3 o 7

conjuntos, pues la complejidad no es excesiva y permiten una precisión suficiente en la descripción de los valores de la variable. Además, se recomienda definir conjuntos de tipo T (triangulares) en torno a puntos singulares, como el cero. Los nombres de los conjuntos difusos que forman una partición se suelen expresar en forma abreviada por sus iniciales; así, una partición típica como {Negativo Grande, Negativo Pequeño, Cero, Positivo Pequeño, Positivo Grande} se representa como {NG, NP, CE, PP, PG} (Martín Del Brío, y otros, 2001).

1.2.6 Inferencia Difusa

La Lógica Difusa se encarga del razonamiento formal con el empleo de proposiciones que pueden tomar valores intermedios entre verdadero y falso, para así lograr su principal objetivo, proporcionar un soporte formal al razonamiento basado en el lenguaje natural, que se caracteriza por tratarse de un razonamiento de tipo aproximado, haciendo uso de unas proposiciones que a su vez expresan información de carácter impreciso (Martín Del Brío, y otros, 2001).

1.2.6.1 Fundamentos de la lógica proposicional

Las proposiciones pueden combinarse de muchas maneras, utilizando tres operaciones fundamentales:

- Conjunción ($p \wedge q$): las dos proposiciones son ciertas simultáneamente.
- Disyunción ($p \vee q$): cualquiera de las proposiciones es cierta.
- Implicación ($p \rightarrow q$): el cumplimiento o verdad de una de las proposiciones tiene como consecuencia el cumplimiento de la otra; generalmente toma la forma de una regla si-entonces. La parte de la regla encabezada por el condicional si, “si u es A”, es el antecedente o premisa de la regla, mientras que la parte encabezada por entonces, “entonces v es B”, es el consecuente o conclusión de la regla.

También existe el operador

- Negación ($\sim p$) que invierte el sentido de la proposición. (Pérez Pueyo, 2005)

P	Q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$\sim p$
V	V	V	V	V	F
V	F	F	V	F	F
F	V	F	V	V	V
F	F	F	F	V	V

Tabla 1 de verdad de las operaciones lógicas

1.2.6.2 Métodos de inferencia difusa

Existen dos importantes métodos básicos de inferencia entre reglas o leyes de inferencia, el Modus Ponens Generalizado (GMP) y el Modus Tollens Generalizado (GMT) que representan extensiones del razonamiento aproximado:

- **Modus Ponens Generalizado** o razonamiento directo puede resumirse de la siguiente forma:

Conocimiento: Si x es A Entonces y es B

Hecho: x es A'

Consecuencia: y es B'

Donde A, A', B, B' son conjuntos difusos. Esta relación se expresa también como $B' = A'$ o R .

El Modus Ponens Generalizado está asociado a la implicación “ A implica B ” ($A \rightarrow B$) y en términos de lógica proposicional se expresa: $(p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$.

- **Modus Tollens Generalizado** o razonamiento inverso puede resumirse de la siguiente forma:

Conocimiento: Si x es A Entonces y es B

Hecho: y es B'

Consecuencia: x es A'

Lo que se expresa como $A' = B'$ o R

En términos de lógica proposicional esto se expresa: $(\bar{q} \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow \bar{p}$.

El Modus Ponens Generalizado es el utilizado en las aplicaciones de la lógica a la ingeniería ya que conserva la relación causa-efecto mientras que el Modus Tollens apenas se utiliza. El GMP es una composición difusa en la que la primera relación difusa es el conjunto difuso A^* y se expresa de la siguiente forma:

$$\mu_{B^*}(y) = \sup_{x \in A^*} [\mu_{A^*}(x) * \mu_{A \rightarrow B}(x, y)]$$

Teniéndose en cuenta que la función característica de implicación se construye con los operadores mínimo y producto, se tendrán dos opciones a elegir:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \min [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$$

(Pérez Pueyo, 2005)

1.2.6.3 Implicación Difusa

En caso de que se definan dos conjuntos difusos A y B en U y V , respectivamente, una implicación difusa de A en B sería $A \rightarrow B$, que es una relación difusa en $U \times V$, que se puede definir por alguna de las siguientes funciones de inclusión:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = 1 - \mu_{A \cap B}(x, y) = 1 - \min[\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \max[1 - \mu_A(x), \mu_B(y)]$$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = 1 - \mu_A(x) (1 - \mu_B(y))$$

(Pérez Pueyo, 2005)

1.2.7 Reglas difusas

Se define una regla difusa R como una tupla (P, Q) donde P son los conjuntos difusos que representan a los antecedentes y Q es el consecuente (Piñero Pérez, 2005). Los conjuntos difusos de la premisa se asocian mediante conjuntivas lógicas como y, o, etcétera. Una regla típica, de tipo SI-ENTONCES, para un sistema de control sería "Si error es positivo-pequeño y derivada-de-error es negativo_pequeño entonces acción es positiva_pequeña", que se suele expresar abreviadamente mediante expresiones del tipo Si E es PP y dE es NP. Entonces U es PP.

Las reglas difusas permiten expresar el conocimiento que se dispone sobre la relación entre antecedentes y consecuentes. Para expresar este conocimiento de forma completa normalmente se precisa de varias reglas, que se agrupan formando lo que se conoce como una base de reglas, es decir, el conjunto de reglas que expresan las relaciones conocidas entre antecedentes y consecuentes. Formalmente, una base de reglas difusa es una colección de reglas $R^{(j)}$ con el formato:

$$R^{(j)} : \text{SI } x_1 \text{ es } F_1^j \text{ Y... Y } x_n \text{ es } F_n^j \text{ ENTONCES y es } G^j \quad (\text{Ecuación 1.1}).$$

Donde F_1^j y G^j son conjuntos difusos en $U_1 \subset R$ y $V \subset R$, respectivamente, y

$x = (x_1, \dots, x_n)^T \in U_1 \times \dots \times U_n$ e $y \in V$ son variables lingüísticas. Este formato de reglas se conoce como **difuso puro o de tipo Mamdani**, por ser quien primero las propuso en 1974. Otro formato frecuente para las reglas es el llamado **de tipo Sugeno**. En este caso, la función de salida es una combinación lineal de las variables de entrada, o en un caso más general, una función genérica de las variables de entrada.

$$R^{(j)} : \text{SI } x_1 \text{ es } F_1^j \text{ Y... Y } x_n \text{ es } F_n^j \text{ ENTONCES } y^j = f^j(x) \quad (\text{Ecuación 1.2}).$$

Si se llama M al número de reglas SI-ENTONCES de la base de reglas entonces $l = 1, 2, \dots, M$ en las ecuaciones (1.1) y (1.2). El vector x representa el conjunto de las entradas, mientras que y es la salida del sistema difuso.

Los sistemas difusos descritos con n entradas x_i y una sola salida y , se conocen como MISO (Multiple Input Single Output), mientras que los que tienen varias salidas (de 1 hasta k) se conocen como MIMO (Multiple Input Multiple Output). Para estos últimos sistemas, se puede generalizar el formato anterior de las reglas, o bien descomponerlo en k sistemas de tipo MISO. (Martín Del Brío, y otros, 2001)

1.2.7.1 Clasificaciones de Reglas Difusas

Existen diversas variantes de reglas:

- Con excepciones: Son el tipo: **SI** la temperatura es alta **ENTONCES** tendré calor **EXCEPTO** que tenga aire acondicionado.
- Graduales: **Cuanto más** partidos ganemos, **más fácil** será ganar la liga.
- Conflictivas: Son reglas que dentro de un mismo sistema tienen información contradictoria, lo cual puede acarrear muchos problemas, tales como malos resultados o generar problemas.
 - Este tipo de reglas son aquellas que para un mismo antecedente, tienen consecuentes distintos.
 - También pueden ser aquellas que están encadenadas en ambos sentidos, niegan el consecuente.

(Serrano Chica)

1.2.7.2 Proposiciones Difusas

Las proposiciones en la Lógica Difusa son enunciados acerca de un hecho formadas por Conjuntos Difusos y estas a la vez forman las Reglas Difusas, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Proposiciones cualificadas: Introducen un atributo para cualificar la proposición que forma una regla. El atributo corresponde al grado que determina la regla.

Grado de Suceso: Probable, poco probable...

Proposiciones cuantificadas: Indican cantidades difusas en las reglas.

SI muchos alumnos suspenden ENTONCES la explicación fue bastante mala

Las proposiciones que no poseen cuantificadores ni cualificadores son proposiciones categóricas, mientras que las proposiciones no categóricas no tienen por que ser verdad siempre.

1.2.8 Modelos basados en la Lógica Difusa

Los modelos basados en la Lógica Difusa resuelven las no linealidades, propias de los procesos a tratar, a través de la descomposición del sistema dentro de regiones difusas y mediante el empleo de un modelo no lineal en cada región. Los modelos propuestos son de tipo MISO (múltiples entradas simple salida) y se expresan en reglas difusas de tipo Si...Entonces. Para construirlos se definen una determinada cantidad de variables lingüísticas tanto de entrada como de salida. A continuación se hace referencia a algunos algoritmos que utilizan los sistemas más importantes.

1.2.8.1 Algoritmo agrupamiento borroso (FCM)

Basa su clasificación en el criterio del error mínimo cuadrático, el algoritmo forma grupos difusos de los valores del vector de entrada y da un valor de pertenencia entre 0 y 1 a cada uno de los grupos difusos, generando una matriz con el grado de pertenencia a cada grupo difuso, cada grupo tiene un centro en el espacio, para cada dato el valor de pertenencia a los diferentes grupos depende de la distancia a los centros de grupo.

Como el algoritmo agrupa los datos de acuerdo a su proximidad, se encuentra influenciado por la forma como se define la distancia entre los datos, es decir, la norma utilizada y el rango de variación de las variables (Correa, y otros).

1.2.8.2 Algoritmo tipo Tsukamoto

En este algoritmo el consecuente de cada regla difusa son funciones monótonamente no decrecientes. El resultado inferido de cada regla es definido como un valor duro inducido por el acotamiento que resulta del antecedente de la regla. La salida global como el promedio ponderado de la salida de cada regla (Torres M, y otros).

1.2.8.3 Algoritmo tipo Sugeno

Funciona a partir de la definición de los conjuntos difusos para las variables difusas de entrada y la variable difusa de salida. Se selecciona una determinada función para describir las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos.

Los datos de entrada y salida, al igual que los valores de los rangos se normalizan para dejar todo en el universo de discurso $[0, 1]$. La salida del sistema es el criterio de prioridad, con este método no se requiere definir una partición difusa del dominio de salida ya que la salida es una constante o una función lineal de la entrada (Torres M, y otros).

1.2.8.4 Algoritmo tipo Mamdani

La diferencia básica de este método con el anterior, radica en la aplicación de una función no lineal a la variable de salida. Los conjuntos difusos de las entradas son iguales que en el método Sugeno, pero la variable de salida se define por medio de funciones de pertenencia. En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas. Por esta razón se necesita convertir la salida difusa para que esta pueda ser finalmente interpretada por el sistema correspondiente (Torres M, y otros).

1.2.8 Lógica difusa en Inteligencia Artificial

En la Inteligencia Artificial, la *Lógica Difusa*, o *Lógica Borrosa* se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general, la resolución y la compresión de datos. Los sistemas de Lógica Difusa están también muy extendidos en la tecnología cotidiana, por ejemplo en cámaras digitales, sistemas de aire acondicionado, lavarropas, etcétera. Los sistemas basados en Lógica Difusa imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos. Estos sistemas son generalmente robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada. Consiste en la aplicación de la Lógica Difusa con la intención de imitar el razonamiento humano en la programación de computadoras. Con la lógica convencional, las computadoras pueden manipular valores estrictamente duales, como verdadero/falso, sí/no o ligado/desligado. En la Lógica Difusa, se usan modelos matemáticos para representar nociones subjetivas, como *caliente/tibio/frío*, para valores concretos que puedan ser manipuladas por los ordenadores.

En este paradigma, también tiene un especial valor la variable del tiempo, ya que los sistemas de control pueden necesitar retroalimentarse en un espacio concreto de tiempo, pueden necesitarse datos anteriores para hacer una evaluación media de la situación en un periodo de tiempo anterior.

1.2.9 Facilidades que brinda la Lógica Difusa

La Lógica Difusa es un concepto relativamente nuevo, pero en ese corto tiempo está siendo utilizada en muchas aplicaciones de ingeniería ya que es considerada por los diseñadores como la solución disponible más simple para el problema específico. Lo que le brinda ventaja a la Lógica Difusa sobre todas las demás soluciones tradicionales es que permite a las computadoras razonar más como humanos, respondiendo de manera efectiva a entradas complejas para manejar nociones tales como 'demasiado frío', 'demasiado caliente' o 'perfecto'. Asimismo, no se requieren teorías o matemáticas avanzadas en la Lógica Difusa.

Algunas de las aplicaciones donde la Lógica Difusa ha ganado popularidad en los sistemas de ingeniería incluyen:

Automóviles

- Manejo del Motor
- Caja de Velocidades Automática
- Sistema de Frenado Anti-bloqueo/Control de Tracción
- Control de Velocidad

Control Ambiental

- Aire Acondicionado
- Humidificadores

Enseres Domésticos

- Lavadoras/Secadoras
- Aspiradoras
- Tostadores
- Hornos de Microondas
- Refrigeradores

Electrónica

- Televisores
- Fotocopiadoras
- Cámaras Fijas y de Video

1.3 Conceptos de la Ingeniería de Software

Para lograr la modelación de una métrica que permita evaluar el nivel de importancia y complejidad de los casos de uso se analizaron diversas definiciones utilizadas en la Ingeniería de Software y que contribuirían a lograr el objetivo planteado.

1.3.1 Caso de uso

Un caso de uso es un fragmento de funcionalidad del sistema que proporciona al usuario un resultado importante. Los casos de uso representan los requisitos funcionales. Sin embargo, no son solo una herramienta para especificar los requisitos de un sistema. También guían su diseño, implementación, y prueba; guían el proceso de desarrollo (Rumbaugh, et al., 1999).

1.3.2 Priorización de casos de uso Arquitectónicamente

Esta tarea se concentra en identificar y priorizar los casos de uso del negocio arquitectónicamente significativos. Incluye definir un conjunto de escenarios y casos de uso del negocio que tienen una cobertura arquitectónicamente significativa. Son casos de uso que dada las funcionalidades que agrupan, constituyen pieza clave para la arquitectura del sistema, por la dependencia que exista de otros casos de uso con él, o por que su complejidad puede constituir un riesgo para el sistema, o por la cantidad de clases que puedan generarse del mismo.

1.3.3 Clasificación de los casos de uso

Por importancia:

Según la importancia de desarrollo, los casos de uso de un sistema se clasifican en críticos, secundarios, auxiliares y opcionales.

- Los casos de uso críticos representan los procesos comunes más importantes, poseen requisitos no funcionales importantes, como de rendimiento, tiempo de respuesta, etcétera.
- Los casos de uso secundarios representan procesos menores, y sirven de apoyo a los casos de uso críticos, involucran funciones como las de supervisión y compilación de estadísticas operativas. Tienen un impacto modesto sobre la arquitectura.
- Los casos de uso auxiliares no son claves para la arquitectura, cuando se utilizan generalmente lo hacen para completar los casos de uso críticos.
- Los casos de uso opcionales representan procesos que pueden no llegar a abordarse.

(Jacobson, et al., 2004)

Por Detalle:

Según su grado de detalle, los casos de uso se clasifican en:

- Los casos de uso esenciales es un caso expandido expresado en forma conceptual, con poca tecnología y pocos detalles de implementación. Las decisiones de diseño se posponen y se abstraen de la realidad, especialmente en lo concerniente a la interfaz usuaria.
- Los casos de uso reales describen concretamente el proceso a partir de su diseño concreto actual, sujeto a tecnologías específicas de entrada y salida.

(Visconti, et al.)

1.3.3.1 Estrategia general

La clasificación de los casos de uso se hace necesaria debido a que los casos de alto rango se deben tratar al inicio de los ciclos de desarrollo. La estrategia general consiste en escoger primero los casos que influyen profundamente en la arquitectura básica. Algunas de las cualidades de estos casos de uso son:

- a. Tener una fuerte repercusión en el diseño arquitectónico; por ejemplo, incorporar muchas clases a la capa del dominio o requerir servicios de persistencia.
- b. Con relativamente poco esfuerzo obtener información e ideas importantes sobre el diseño.
- c. Incluir funciones riesgosas, urgentes o complejas.
- d. Requerir una investigación a fondo o tecnología nueva o riesgosa.
- e. Representar los procesos primarios de la línea de negocios.
- f. Apoyar directamente el aumento de ingresos o la reducción de costos.

Un esquema simple y poco riguroso puede servir para realizar la clasificación: alto-mediano-bajo.

Otro esquema es asignar un puntaje y sumar (posiblemente con ponderación) para obtener una clasificación. En este caso se utiliza una escala del 0 al 5, 0-Sin influencia, 1-Incidental, 2-Moderado, 3-Medio, 4-Significativo y 5-Esencial.

Caso de Uso	a	b	c	d	e	f	Suma
Comprar productos	5	3	2	0	5	3	18
Y así sucesivamente							

Con la base a los criterios expuestos anteriormente, he aquí un ejemplo de clasificación de algunos casos de uso en la aplicación de Punto de Venta.

Clasificación	Caso de Uso	Justificación
Alto	Comprar productos.	Corresponde a los criterios de calificación más altos.
Mediano	Incorpora usuarios. Registra los productos comprados. Paga los productos comprados.	Afecta el subdominio de seguridad. Proceso importante, afecta la contabilidad.
Bajo	Pagar. Iniciar. Cerrar.	Efecto mínimo en la arquitectura. La definición depende de los otros casos de uso. Efecto mínimo en la arquitectura.

Prácticamente todos los sistemas cuentan con un caso de arranque o inicio. Aunque este no ocupe un nivel alto conforme a otros criterios, es preciso estudiar al menos una versión simplificada de él al comienzo del ciclo de desarrollo para presentar la inicialización supuesta en otros casos. (Larman, 2004)

1.3.3.2 Propuesta de clasificación de los casos de uso

Un caso de uso describe el comportamiento funcional que debe cumplir un sistema informático para satisfacer una determinada necesidad del cliente. La complejidad de un caso de uso se puede clasificar en Alta, Media y Baja en dependencia del esfuerzo que se requiera para realizarlo, atendiendo a los elementos de datos que maneja, transacciones involucradas, complejidad de los algoritmos, requerimientos de rendimiento, seguridad, portabilidad y cualquier otro requerimiento no funcional.

En la Universidad la clasificación de los casos de uso que se quiere implantar es a través de dos categorías:

En cuanto a su complejidad:

Alta: Requieren de gran esfuerzo para su realización, involucran las tareas o funciones principales del sistema, manejan una cantidad considerable de elementos de datos, los algoritmos tienen alta complejidad, involucra gran cantidad de transacciones, y tiene requisitos no funcionales importantes, como de rendimiento, portabilidad, seguridad entre otros.

Media: Requieren que se despliegue un esfuerzo modesto en su realización, generalmente sirven de apoyo a los Casos de Uso de Alta complejidad, no manejan gran cantidad de elementos de datos, los algoritmos tienen una complejidad mediana, y no involucran muchas transacciones en su desarrollo.

Baja: No requieren un gran esfuerzo en su realización, esta generalmente es intuitiva, no manejan una cantidad importante de elementos de datos, los algoritmos que poseen en su desarrollo tienen una complejidad baja, no necesitan importantes requisitos no funcionales.

En cuanto a su importancia:

Alta: Casos de Uso arquitectónicamente significativos, representa procesos primarios del negocio.

Media: Significativos para el negocio, poseen un impacto modesto en la arquitectura del sistema.

Baja: No representa un fuerte impacto en la arquitectura del sistema y no es un proceso significativo para el negocio.

1.3.4 ¿Qué es Cambio, en Ingeniería de Software?

El cambio surge por el deseo de cambiar un requisito en el sistema que se esté desarrollando, puede venir dirigido tanto del cliente como del equipo de desarrollo, los cambios son inevitables no importa en que ciclo de vida del sistema se encuentren. Existen cuatro fuentes fundamentales de cambios:

- Nuevos negocios o condiciones comerciales que dictan los cambios en los requisitos del producto o en las normas comerciales.
- Nuevas necesidades del cliente que demanda la modificación de los datos producidos por sistemas de información, funcionalidades entregadas por productos o servicios entregados por un sistema basado en computadora.
- Reorganización o crecimiento/reducción del negocio que provoca cambios en las prioridades del proyecto o en la estructura del equipo de ingeniería.
- Restricciones presupuestarias o de planificación que provocan una redefinición del sistema o producto.

(Pressman, 2005)

Debido a todas estas causas por las que puede precisarse de un cambio un sistema determinado existen varios tipos de cambios.

1.3.4.1 Tipos de Cambios

Entre los diferentes tipos de cambios se encuentran el:

Correctivo: son aquellos cambios precisos para corregir errores del producto software.

Evolutivo: son las incorporaciones, modificaciones y eliminaciones necesarias en un producto software para cubrir la expansión o cambio en las necesidades del usuario.

Adaptativo: son las modificaciones que afectan a los entornos en los que el sistema opera, por ejemplo, cambios de configuración del hardware, software de base, gestores de base de datos, comunicaciones, etcétera.

Perfectivo: son las acciones llevadas a cabo para mejorar la calidad interna de los sistemas en cualquiera de sus aspectos: reestructuración del código, definición más clara del sistema y optimización del rendimiento y eficiencia.

Una vez registrada la petición e identificado el tipo de mantenimiento y su origen, se determina de quién es la responsabilidad de atender la petición.

La petición puede ser denegada. En este caso, se notifica al usuario y acaba el proceso.

En el supuesto de que la petición sea remitida, se registra en el catálogo de peticiones de mantenimiento y continúa el proceso.

Posteriormente, según se trate de un mantenimiento correctivo o evolutivo, se verifica y reproduce el problema, o se estudia la viabilidad del cambio propuesto por el usuario. En ambos casos se estudia el alcance de la modificación. Hay que analizar las alternativas de solución identificando, según el tipo de mantenimiento de que se trate, cuál es la más adecuada. El plazo y urgencia de la solución a la petición se establece de acuerdo con el estudio anterior.

La definición de la solución incluye el estudio del impacto de la solución propuesta para la petición en los sistemas de información afectados. Mediante el análisis de dicho estudio, la persona encargada del Proceso de Mantenimiento valora el esfuerzo y coste necesario para la implementación de la modificación.

1.3.4.2 Propuesta de clasificación de los Cambios

Una solicitud de cambio es una propuesta de modificación de un artefacto que no ha sido pactada con anterioridad, para su aprobación se debe tener en cuenta el impacto que representará sobre el artefacto (complejidad del cambio, número de artefactos que afecta, tiempo de implementación e importancia). La atención de una solicitud de cambio siempre genera una Orden de trabajo para el proyecto. Teniendo en cuenta todos estos aspectos se llegó a la siguiente clasificación de los cambios:

Criterios que se pueden tener en cuenta para tomar la decisión de aprobar o rechazar las solicitudes de cambio (Antonio, 2001):

- Valor del cambio para el proyecto.

- Retorno de la inversión.
- Tamaño (Número de artefactos que afecta).
- Complejidad del cambio (Número de procesos importantes que involucra)
- Impacto sobre el rendimiento del producto (uso de memoria y CPU).
- Recursos disponibles para efectuar el cambio (humanos y materiales).
- Relación con otros cambios ya aprobados y en progreso.
- Tiempo de implementación.
- Relación con las políticas del proyecto (satisfacción del cliente, competitividad, etcétera).
- Existencia de alternativas.

Utilizando los criterios anteriormente planteados se realizó una clasificación de los cambios:

En cuanto a su complejidad:

Alta: El cambio es muy complejo ya que involucra muchos procesos importantes, afecta gran número de artefactos, el tiempo de implementación será elevado al igual que el costo en recursos.

Media: La complejidad es media ya que no involucra muchos procesos importantes, afecta un número modesto de artefactos, el tiempo de implementación es aceptable al igual que el costo en recursos previsto.

Baja: La complejidad es baja ya que no involucra procesos importantes, afecta un número mínimo de artefactos, el tiempo de implementación puede ser inapreciable y los costos en recursos realmente pequeño.

En cuanto a su importancia:

Alta: Posee una gran importancia para llegar a los resultados finales deseados, tiene un fuerte impacto en el producto final ya que involucra cambios en requisitos importantes como uso de memoria y CPU, etcétera. El valor del cambio para el proyecto es elevado, está relacionado con una buena cantidad de cambios ya aprobados y en progreso, al igual que tiene una fuerte relación con las políticas de la empresa, como satisfacción del cliente, competitividad, etcétera.

Media: Tiene una importancia media para llegar a los resultados finales deseados, ya que posee un impacto mediano en el producto final por que no involucra fuertes cambios en requisitos importantes del sistema. El valor del cambio para el proyecto es modesto, no se relaciona con gran cantidad de cambios ya aprobados y en progreso, al igual que con las políticas de la empresa, como satisfacción del cliente, competitividad, etcétera.

Baja: Refleja una importancia baja para llegar a los resultados finales deseados, ya que el impacto en el producto final es bajo por que no involucra cambios en requisitos importantes del sistema. El valor del cambio para el proyecto es bajo, no se relaciona con cambios ya aprobados y en progreso, al igual que con las políticas de la empresa, como satisfacción del cliente, competitividad, etcétera.

1.3.5 Definiciones de Métrica

Las métricas del software se refieren a un amplio elenco de mediciones para el software de computadora. La medición se puede aplicar al proceso del software con el intento de mejorarlo sobre una base continua. Se puede utilizar en el proyecto del software para ayudar en la estimación, el control de calidad, la evaluación de productividad y el control de proyectos. Finalmente, el ingeniero de software puede utilizar la medición para ayudar a evaluar la calidad de los resultados de trabajos técnicos y para ayudar en la toma de decisiones tácticas a medida que el proyecto evoluciona. (Pressman, 2005)

Una métrica es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado (Pressman, 2005).

Las métricas del software se definen como “La aplicación continua de mediciones basadas en técnicas para el proceso de desarrollo del software y sus productos, para suministrar información relevante a tiempo, así el administrador junto con el empleo de estas técnicas mejorará el proceso y sus productos” (GONZÁLEZ 2001).

A la aplicación continua de técnicas basadas en la medida de los procesos de desarrollo del software, para producir una información de gestión significativa al mismo tiempo que se mejoran aquellos procesos y sus productos, se denominan métrica de software. “Un Método y una escala cuantitativos que pueden ser usados para determinar el valor que toma cierta característica en un producto de software concreto” (Vega Lebrún, et al., 2008)

Resumiendo las métricas son medidas estándares que se les pueden aplicar tanto al proceso como al producto software con el objetivo de obtener información de cómo se ha realizado el proceso de desarrollo o para obtener el valor de cualquier atributo en el producto, permitiéndonos mejorar la calidad del software y del proceso del software.

1.3.6 ¿Por qué es importante medir?

Las métricas específicamente en la Ingeniería de Software ayudan a entender tanto el proceso técnico que se utiliza para desarrollar un producto, como el propio producto. Las mediciones de un producto permiten intentar aumentar su calidad actual. Las métricas permiten cuantificar y por consiguiente gestionar de forma más efectiva este proceso.

Existen varias razones para medir los procesos del software, los productos y los recursos (Pressman, 2005):

- **Caracterizar:** Para comprender mejor los procesos, los productos, los recursos y los entornos y para establecer las líneas base para las comparaciones con evaluaciones futuras.
- **Evaluar:** Para determinar el estado con respecto al diseño. Las medidas permiten conocer cuándo los proyectos y procesos están perdiendo la pista, de modo que puedan ponerse bajo control. Además para valorar si se cumplen o no los objetivos de calidad trazados y para evaluar el impacto de la tecnología y las mejoras en los productos y procesos.
- **Predecir:** Para poder planificar. Los valores que se observan para algunos atributos pueden ser utilizados para predecir otros, lo que contribuye a establecer objetivos alcanzables para el coste, planificación, y calidad, de manera que se puedan aplicar los recursos apropiados, además permite analizar los riesgos y realizar intercambios diseño, coste.
- **Mejorar:** Se mide para mejorar cuando se recoge la información cuantitativa que ayuda a identificar obstáculos, problemas de raíz, ineficiencias y otras oportunidades para mejorar la calidad del producto y el rendimiento del proceso.

En consecuencia las métricas se aplican tanto al proceso como al producto (Barreiro Alonso):

1. Las métricas de control, se aplican al proceso del software y se encargan de la medición del tiempo, el esfuerzo medios necesarios para corregir un error, etcétera.
2. Las métricas de predicción, se aplican al producto y se encargan de la medición de la complejidad ciclomática de un módulo, número de métodos y atributos asociados con los objetos de un diseño, etcétera (Ver Anexo 1).

1.3.7 Tipos de métricas utilizadas en la Ingeniería de Software

Existen diferentes tipos de métricas entre las que se encuentran:

- **Métricas del software:** Son las que están relacionadas con el desarrollo del software como funcionalidad, complejidad, eficiencia. Las métricas del producto y del proceso son las métricas del software.

- **Métricas del proceso:** Se recopilan de todos los proyectos y durante un largo período de tiempo. Su intento es proporcionar indicadores que lleven a mejoras de los procesos de software a largo plazo.

Los indicadores de proyecto permiten:

- Evaluar el estado del proyecto en curso.
 - Seguir la pista de los riesgos potenciales.
 - Detectar las áreas de problemas antes de que se conviertan en críticas.
 - Ajustar el flujo y las tareas del trabajo.
 - Evaluar la habilidad del equipo del proyecto en controlar la calidad de los productos de trabajo del software.
- **Métricas del proyecto:** Estas métricas son tácticas, utilizadas por un gestor de proyectos y un equipo de software para adaptar el flujo de trabajo del proyecto y las actividades técnicas. La primera aplicación de las métricas del proyecto ocurre durante la estimación (datos históricos). A medida que avanza el proyecto, las medidas del esfuerzo y el tiempo se comparan con la planificación y el gestor utiliza estos datos para supervisar y controlar el avance.

La utilización fundamental de las métricas del proyecto son dos:

- Minimizar la planificación de desarrollo, guiando los ajustes necesarios que eviten retrasos y mitiguen problemas y riesgos potenciales.
 - Evaluar la calidad de los productos en el momento actual, modificando el enfoque técnico para mejorar la calidad, si es necesario.
- **Métricas de productividad:** Se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería del software. Es decir que tan productivo va a ser el software que voy a diseñar.
 - **Métricas orientadas a la persona:** Proporcionan medidas e información sobre la forma en que las personas desarrollan el software de computadoras y sobre todo el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos. Son las medidas que se realizan al personal que desarrollará el sistema.
 - **Métricas orientadas al tamaño:** Se utilizan para conocer en que tiempo se va a terminar el software y cuantas personas se van a necesitar para lograr el objetivo. Son medidas directas al software y el proceso por el cual se desarrolla, si una organización de software mantiene registros sencillos, se puede crear una tabla de datos orientados al tamaño como se muestra en el anexo 2.

- **Métricas técnicas:** La medición técnica llevada a cabo durante las primeras fases del proceso de software les proporciona a los desarrolladores de software un consistente y objetivo mecanismo para valorar la calidad.

Características fundamentales

- Simples y fáciles de calcular.
 - Empíricas e intuitivamente persuasivas.
 - Consistentes y objetivas.
 - Consistentes en el empleo de unidades y tamaños.
 - Independientes del lenguaje de programación.
 - Un eficaz mecanismo para la retroalimentación de calidad.
- **Métricas orientadas a la función:** Son medidas indirectas del software y del proceso por el cual se desarrolla. En lugar de calcularlas las LDC, las métricas orientadas a la función se centran en la funcionalidad o utilidad del programa.

Las métricas orientadas a la función fueron el principio propuestas por Albercht quien sugirió un acercamiento a la medida de la productividad denominado método del punto de función. Los puntos de función que obtienen utilizando una función empírica basando en medidas cuantitativas del dominio de información del software y valoraciones subjetivos de la complejidad del software.

Los puntos de función se calculan rellenoando la tabla como se muestra en el anexo 3.

Para calcular los puntos de función se utiliza la siguiente relación.

$$PF = CUENTA_TOTAL * [0.65 + 0.01 * SUM (Fi)]$$

Donde CUENTA_TOTAL es la suma de todas las entradas de PF obtenidas de la tabla que se muestra en el anexo 3.

Fi (i=1 a 14) son valores de ajustes de la complejidad según las respuestas a estas preguntas:

1. ¿Requiere el sistema copias de seguridad y de recuperación fiables?
2. ¿Se requiere comunicación de datos?
3. ¿Existen funciones de procesamiento distribuido?
4. ¿Es crítico el rendimiento?
5. ¿Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?
6. ¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?
7. ¿Requiere la entrada de datos interactiva que las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas u operaciones?
8. ¿Se actualizan los archivos maestros de forma interactiva?

9. ¿Son complejas las entradas, las salidas, los archivos o las peticiones?
10. ¿Es complejo el procesamiento interno?
11. ¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?
12. ¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?
13. ¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?
14. ¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario?

Cada una de las preguntas anteriores es respondida usando una escala con rangos desde 0 (no importante o aplicable) hasta 5 (absolutamente esencial).

- **Métricas de calidad:** El proceso del software y las métricas del producto son una medida cuantitativa que permite a los desarrolladores tener una visión profunda de la eficacia del proceso del software. Las métricas son también utilizadas para señalar áreas con problemas de manera que se puedan desarrollar las soluciones y mejorar el proceso del software. Las métricas del proceso del software se utilizan para propósitos estratégicos, las métricas de proyectos y los indicadores derivados de ellos los utiliza un gestor de proyectos y un equipo de software para adaptar el flujo de trabajo del proyecto y las actividades técnicas. Las métricas del software se dividen en métricas de proceso, proyecto y producto. Las métricas de producto que son privadas para un individuo a menudo se combinan para desarrollar métricas del proyecto que sean públicas para un equipo de software. Las métricas del proyecto se consolidan para crear métricas de proceso que sean públicas para toda la organización del software. (Pressman, 2005)

Las métricas del software responden a dos objetivos: valorar y estimar.

Las magnitudes objeto de valoración son tres: la calidad, fiabilidad y productividad. La estimación parte de mediciones históricas para prever el esfuerzo y el tiempo que debe invertirse en un proyecto dado, y las características del resultado final.

Las métricas de calidad y productividad se pueden utilizar en el proyecto para el control de la calidad, evaluación de la productividad y en el control de proyectos.

1.3.7 Técnica de la Consulta de Expertos

La consulta de expertos es un mecanismo que está encaminado a cumplir el objetivo de validar la información técnica suministrada por los expertos en el tema y conocer la opinión del experto del tema.

Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. Estos métodos se emplean cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

1. No existen datos históricos con los que trabajar. Un caso típico de esta situación es la previsión de implantación de nuevas tecnologías.
2. El impacto de los factores externos tiene más influencia en la evolución que el de los internos. Así, la aparición de una legislación favorable y reguladora y el apoyo por parte de algunas empresas a determinadas tecnologías pueden provocar un gran desarrollo de estas que de otra manera hubiese sido más lento.
3. Las consideraciones éticas o morales dominan sobre las económicas y tecnológicas en un proceso evolutivo. En este caso, una tecnología puede ver dificultado su desarrollo si este provoca un alto rechazo en la sociedad (un ejemplo lo tenemos en la tecnología genética, que ve dificultado su avance por los problemas morales que implica la posibilidad de manipulación del genotipo).

1.3.7.1 Ventajas

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

1.3.7.2 Desventajas

- La desinformación que presenta el grupo como mínimo tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.
- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de esta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- El grupo hace de su supervivencia un fin. Esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.
- En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.

- Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.
- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta filosofía la podemos ver reflejada en la metodología Delphi.

CAPÍTULO 2: TIPOS DE SISTEMAS DIFUSOS

2.1 Introducción

En este capítulo se hace un estudio a mayor profundidad sobre dos de los más importantes tipos de sistemas difusos, el sistema de tipo Sugeno y el de tipo Mamdani, efectuándose una selección del que por sus características es el más adecuado para aplicar en la confección de la métrica. Realizándose una descripción general del funcionamiento de los SBRD y particularizando luego en los pasos del algoritmo seleccionado. Finalmente se efectúa un análisis de las técnicas y herramientas empleadas.

2.1 Sistemas Basados en Reglas Difusas (SBRD)

Los sistemas basados en reglas difusas tienen la capacidad para describir la operación de un sistema complejo mediante el empleo de reglas simples expresadas en lenguaje natural, esto ha motivado su uso en diversas aplicaciones como es el Modelado de sistemas, particularmente en la obtención de modelos que representan realidades complejas, también son usados para la categorización de elementos, para detectar patrones, como agentes de usuario, y en la minería de datos, en la presente investigación se emplea un SBRD para lograr una eficiente toma de decisiones en cuanto a aceptar o no un cambio. Para lograr este objetivo se definió una base reglas, que cumple con todos los requerimientos necesarios.

2.4.1 Estructura básica de un SBRD

La estructura de un SBRD es similar a la de un Sistema Basado en Reglas (SBR), está constituido principalmente por dos elementos:

- Base del conocimiento
 - Base de reglas
 - Base de datos
- Motor de Inferencia

En sistemas que posean entradas y/o salidas nítidas, se incluye una interfaz de fuzzificación y una interfaz de defuzzificación (Ver la Figura 6 y 7).

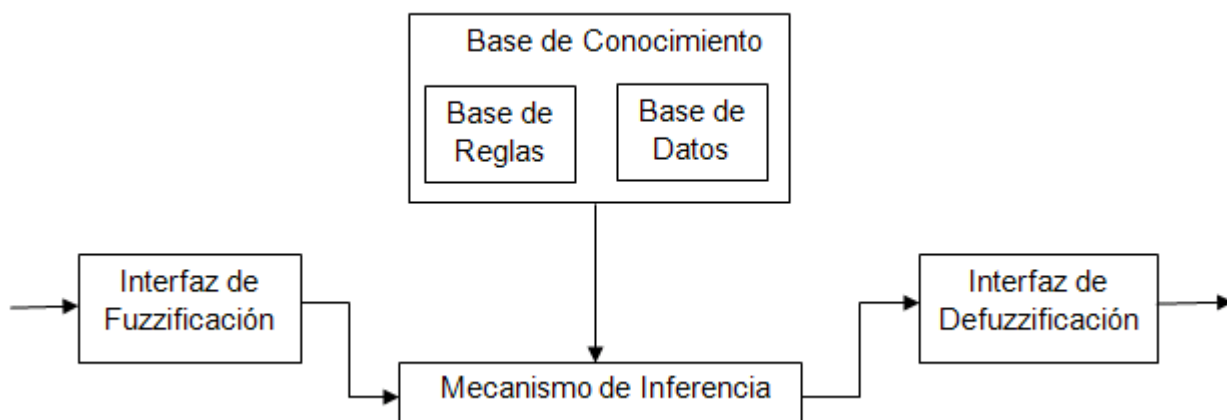


Figura 6. Estructura de un SBRD

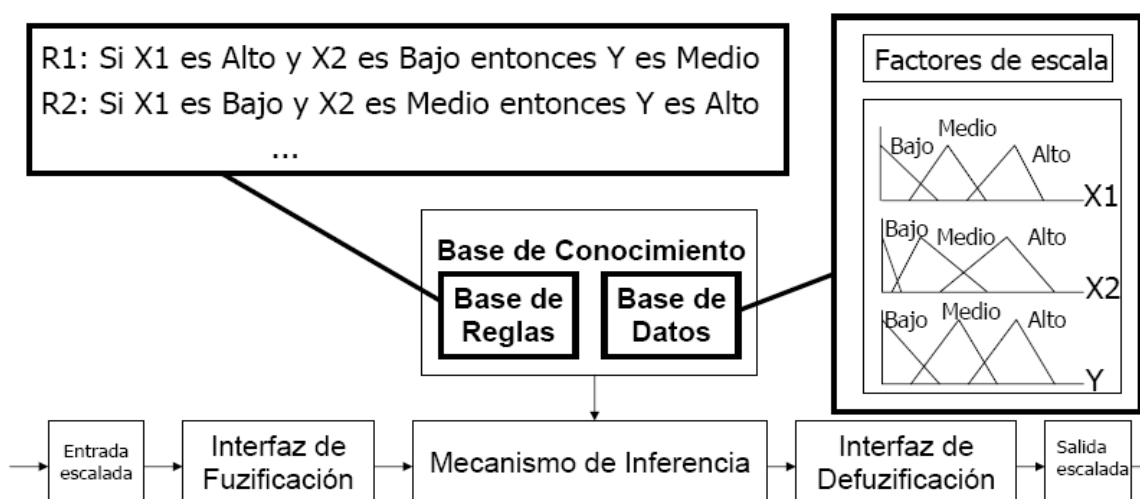


Figura 7. Estructura detallada de un SBRD

2.4.1.1 Base del Conocimiento

En la base del conocimiento se encuentran los conocimientos del sistema a desarrollar, está formada principalmente por una base de datos, la cual contiene todos los datos relativos al sistema, como variables y valores posibles, y una base de reglas, que contiene todas las proposiciones que van a regir el sistema. Su diseño se lleva a cabo a través de los siguientes pasos:

1. Determinación de las variables de entrada y de salida asociadas.
2. Elección del conjunto de términos lingüísticos para las variables de entrada y de salida.
3. Elección de la estructura del antecedente y consecuente de las reglas.

4. Derivación del conjunto de reglas.

2.4.1.2 Motor de Inferencia

El motor de inferencia es el "supervisor", se encarga de extraer las conclusiones partiendo de los datos simbólicos que le han llegado, aplicando las reglas que rigen el sistema en el cual trabaja. Una modificación en las reglas dará como resultado unas conclusiones distintas.

Existen dos importantes mecanismos de inferencia para este tipo de sistemas:

- Encadenamiento hacia adelante: Se generan conclusiones a partir de las reglas originales, y posteriormente se comprueba si esas conclusiones son consistentes con el resto de reglas del sistema. Este mecanismo utiliza la inferencia de tipo Modus Ponens Generalizado.
- Encadenamiento hacia atrás: Se basa en aceptar como ciertas las conclusiones de una determinada regla, y a continuación se comprueba si todas las reglas que provocarían la regla original son ciertas, en caso de que alguna no lo sea, el proceso finaliza. Este mecanismo utiliza la inferencia de tipo Modus Tollens Generalizado.

2.4.1.3 Interfaz de fuzzificación y defuzzificación

Estas interfaces tienen la función de convertir una entrada nítida en un valor difuso (fuzzificación), y una salida difusa en una entrada nítida (defuzzificación). La función sería similar al funcionamiento de modulación y demodulación de las señales de digital a analógico y viceversa empleado por los módem.

La *interfaz de fuzzificación* suele emplear un método de "difusión" bastante simple, consistente en convertir un valor nítido en un conjunto difuso que puede ser del tipo singleton, pero esto puede variar en dependencia de los datos que se manejen, en estos conjuntos difusos para un valor de entrada concreto le corresponde una difusión característica.

La *interfaz de defuzzificación* trata de dar un valor nítido a una salida difusa, pero esto no es algo obvio, el problema que se plantea es el siguiente:

Si partimos de una serie de reglas de entrada $A_1(k) \wedge A_2(k) \wedge A_3(k) \wedge \dots \wedge A_n(k)$ obtendremos como salida $B(k)$ para $k = 1, 2, 3, \dots, m$.

Obtendremos que al introducir una entrada con valores $A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*$, obtenemos como salida los conjuntos difusos: $B(1), B(2), \dots, B(m)$.

Al unir todas las salidas halladas se obtiene como resultado B' , y por tanto el objetivo ahora sería averiguar cuál es el valor nítido que mejor representa ese conjunto.

Este proceso puede realizarse de varias formas, a continuación se hace referencia a los métodos más significativos:

1. Centro de área o Centro de gravedad

$$B^* = \frac{\int y \cdot \mu_B(y) dy}{\int \mu_B(y) dy}$$

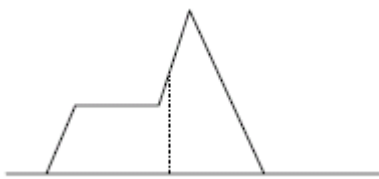


Figura 8. Método de defuzzificación centro de área

Para evitar calcular la integral numérica, se realiza una discretización de la salida:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}$$

$$B^* = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \cdot \mu_B(y_i)}{\sum_{i=1}^l \mu_B(y_i)}$$

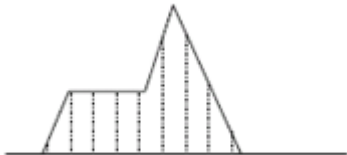


Figura 9. Método de defuzzificación centro de área con discretización.

El cálculo del conjunto difuso agregado es costoso y no tiene en cuenta el hecho de que dos áreas se solapen.

2. Centro de Sumas

$$B^* = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \cdot \sum_{k=1}^m \mu_{B^{(k)}}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^m \mu_{B^{(k)}}(y_i)}$$

Considera la contribución de cada área de forma independiente. El método del centro de área toma la unión de los $B'(k)$ mientras que este método toma la suma de los conjuntos. De esta forma, si un área se repite, se considera de nuevo, evitando el problema de solapamiento visto anteriormente. No requiere el cálculo del conjunto difuso de salida.

3. Centro de mayor área

Este método es muy costoso ya que si B' no es convexo, el centro de área y de sumas da una salida en la zona intermedia, donde el conjunto difuso tiene baja importancia entonces se tiene que determinar el conjunto difuso con mayor área y calcular su centro de gravedad.

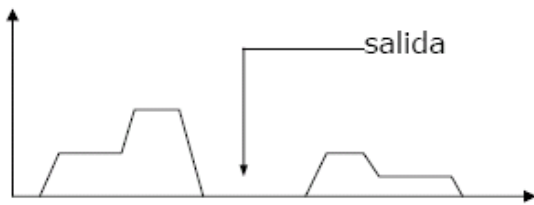


Figura 10. Método de defuzzificación centro de mayor área.

4. Método de la altura

Este método no requiere el cálculo del conjunto difuso de salida, es rápido, requiere la definición del punto umbral que es el primer punto de un conjunto difuso con grado de pertenencia máximo siendo $c(k)$ el valor umbral del conjunto difuso $B'(k)$.

$$B^* = \frac{\sum_{K=1}^m c^K \cdot \mu_{B(K)}(c^K)}{\sum_{K=1}^m \mu_{B(K)}(c^K)}$$

5. Primero del máximo, último del máximo y media de los máximos

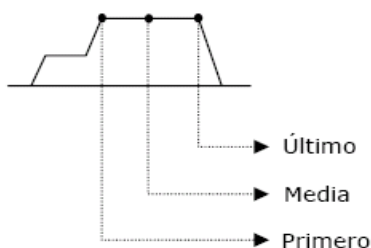


Figura 11. Método de defuzzificación primero del máximo, último del máximo y media de los máximos.

Este método toma el valor más pequeño, más grande o medio del núcleo del conjunto difuso resultante, tiene un coste computacional muy bajo. Dentro de sus inconvenientes se encuentra que puede producir discontinuidades, es decir, generar una salida no continua para pequeños cambios en la entrada y puede tomar el valor de salida menos representativo.

(Serrano Chica)

2.4.2 Sistema difusos de tipo Mamdani

Los sistemas de tipo Mamdani usan las reglas del mismo nombre y se distinguen ya que poseen un fuzzificador y un defuzzificador debido a la estructura de sus reglas en las que tanto el antecedente como el consecuente están dados por expresiones lingüísticas.

SI X1 es Alto y X2 es Bajo ENTONCES Y es Alto

2.4.2.1 Estructura

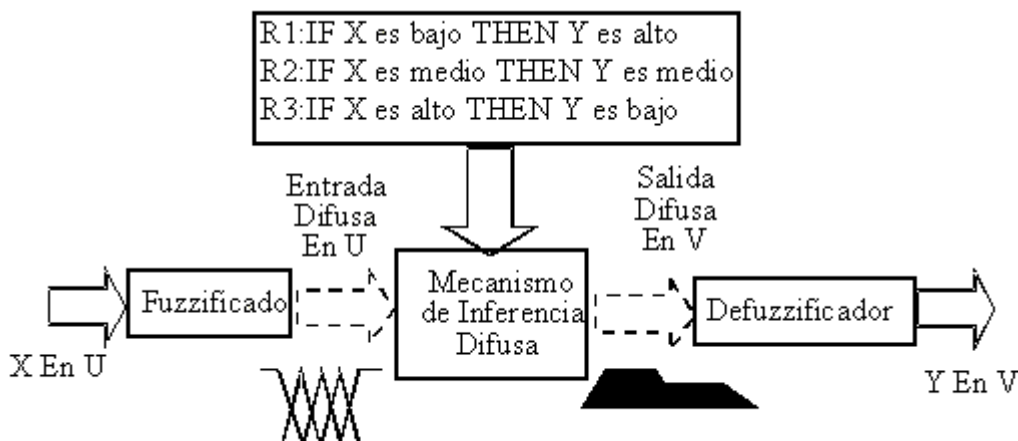


Figura 12. Sistema difuso de tipo Mamdani.

2.4.2.2 Ventajas y desventajas

Estos sistemas brindan facilidad para la derivación de las reglas, gran interpretabilidad de las reglas difusas, fueron propuestos antes y con el transcurso de los años han sido utilizados con más frecuencia. No siendo así muy eficientes en cuanto a garantizar la continuidad de la superficie de salida y tiene menor eficiencia computacional que otros sistemas difusos.

2.4.3 Sistema difusos de tipo TSK (Takagi, Sugeno y Kang)

Los sistemas de tipo TSK (Takagi, Sugeno y Kang) no necesitan interfaz de defuzzificación ya que el motor de inferencia funciona de distinta forma, debido a que las reglas que usa de tipo Sugeno, tienen como salida una constante o una función de la variable de entrada.

Si X_1 es Alto y X_2 es Bajo ENTONCES $Y=f(X_1, X_2)$

2.4.3.1 Estructura

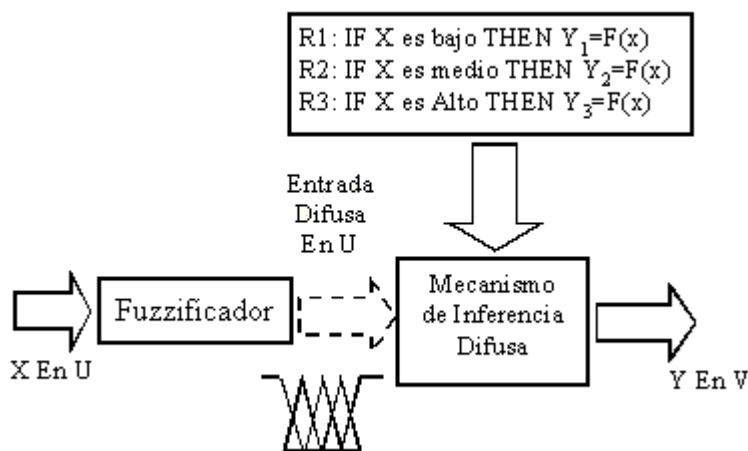


Figura 13. Sistema difuso de tipo Sugeno.

2.4.3.2 Ventajas y desventajas

Estos sistemas incrementan la precisión, tienen mayor eficiencia computacional que los sistemas de tipo Mamdani, brindan gran facilidad para el análisis del sistema y garantizan la continuidad de la superficie de salida, teniendo una gran desventaja en el hecho de que el consecuente es una fórmula matemática y no proporciona un marco natural para representar conocimiento humano, estos sistemas limitan la representación de los principios de la Lógica Difusa.

2.5 Determinación del Algoritmo a utilizar

Al seleccionar el tipo de reglas a utilizar en principio se puede elegir entre las de tipo Mamdani o las de tipo Sugeno. Las reglas de tipo Mamdani permiten expresar el conocimiento previo disponible sobre el sistema, expresando así el adquirido durante el proceso de optimización. Son los sistemas más comúnmente utilizados. Tienen gran simplicidad en su mecanismo de inferencia, garantizan la interpretabilidad, aspecto de gran importancia para dar la solución ya que se quiere integrar el conocimiento extraído por varios expertos.

Por su parte, las reglas de tipo Sugeno simplifican los cálculos de la salida, pero en general no resultan tan adecuadas para expresar el conocimiento de los expertos. No proporcionan un marco natural para representar el conocimiento humano.

Como en este problema disponemos de un conocimiento intuitivo de las acciones se escoge el empleo de las reglas tipo Mamdani.

2.5.1 Descripción general del algoritmo

En un sistema difuso tipo Mamdani se distinguen las siguientes partes:

➤ Fuzzificador

La entrada de un sistema difuso de tipo Mamdani normalmente es un valor numérico, en nuestro caso valores difusos sobre referencial ordenado; para que este valor pueda ser procesado por el sistema difuso se hace necesario convertirlo a un "lenguaje" que el mecanismo de inferencia pueda procesar. Esta es la función del fuzzificador, que toma los valores numéricos provenientes del exterior y los convierte en valores "difusos" que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia. Estos valores difusos son los niveles de pertenencia de los valores de entrada a los diferentes conjuntos difusos en los cuales se ha dividido el universo de discurso de las diferentes variables de entrada al sistema. Se escogió para la definición de las diferentes variables de entrada al sistema a la función de pertenencia de tipo trapezoidal ya que permitió modelar valores que en un rango determinado tenían una pertenencia absoluta al conjunto difuso, o lo que es lo mismo, el grado de pertenencia de la función es igual a 1.

➤ Mecanismo de inferencia difusa

Teniendo los diferentes niveles de pertenencia arrojados por el fuzzificador, los mismos deben ser procesados para generar una salida difusa. La tarea del sistema de inferencia es tomar los niveles de pertenencia y apoyado en la base de reglas generar la salida del sistema difuso.

Existen dos formas de realizar este proceso:

- Inferencia basada en reglas individuales:

Aplicar la entrada a la primera regla, a la segunda y así sucesivamente. Posteriormente las salidas de las reglas se unen para obtener una única salida.

- Inferencia basada en la composición:

Calcular la relación difusa que representa el significado de toda la base de reglas para aplicar la entrada a esa relación difusa global.

En nuestro caso se utiliza la inferencia basada en reglas individuales.

➤ Base de Reglas Difusas

La base de reglas es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permiten resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo SI-ENTONCES. Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión y en los sistemas difusos de tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas, como ya se había referido anteriormente.

➤ 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 (por ejemplo 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 mecanismos de inferencia; este proceso lo realiza el defuzzificador.

La salida del mecanismo de inferencia es un conjunto difuso, para generar la salida numérica a partir de este conjunto existen varias opciones como el Centro de Gravedad o centro de área, Centro de sumas, Centro de mayor área, el Método de la altura, Primero del máximo, último del máximo y media de los máximos (Serrano Chica).

2.5.2 Aplicaciones de los sistemas difusos de tipo Mamdani

Los sistemas difusos de tipo Mamdani tienen varias aplicaciones, en vista de que son los más usados se han visto aplicados en múltiples sistemas como:

- En un compensador estático síncrono o STATCOM (STATic Synchronous COMPensator).
- Como Herramienta de Modelación de la Producción Frutícola.
- Para identificar eventos de falla en tiempo real del STE (Sistema de Transporte de Energía) usando registros SOE.
- Para el tratamiento de información temporal imprecisa.
- Para el modelado y control.

Siendo en los procesos de control automático el área donde más se han utilizad debido a que es útil contar con sistemas capaces de mantener todos sus parámetros controlados sin la intervención humana. Además de que en ocasiones se consigue optimizar la evolución del proceso, como en situaciones de elevada complejidad y pueden eliminar fallos (Serrano Chica).

2.6 Descripción de las técnicas y herramientas utilizadas

2.6.1 Aplicación de técnicas de Consulta de Expertos en la UCI

Esta técnica se aplicó para validar la elección de las variables difusas del modelo donde se contrastaron los criterios de varios expertos en el tema, y se esclarecieron algunos criterios además de corroborar la necesidad de la construcción de una métrica como solución a los problemas identificados, empleando el método Delphi, dándole mayor solidez a la investigación luego del correspondiente análisis estadístico.

2.6.1.1 Método Delphi

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. Consta con cuatro fases sucesivas para el envío de cuestionarios, en la primera circulación el cuestionario es desestructurado y no existe un guión prefijado, sólo se les pide a los expertos que establezcan cuáles son los eventos y tendencias más importantes referentes al área en estudio y luego de realizada una labor de síntesis y selección donde se forma el próximo cuestionario.

En la segunda circulación los expertos deben volver a responder viendo los resultados de la primera y justificar sus divergencias con el grupo. En la tercera fase los expertos deben dar una explicación del motivo por el cual discrepan con la mayoría y estos argumentos realimentarán al panel en la siguiente circulación. Al ser estos comentarios anónimos, los expertos pueden expresarse con total libertad, no estando sometidos a los problemas que aparecen en las reuniones cara a cara. Los cuestionarios de la cuarta y última circulación van a contener el análisis estadístico y el resumen de los argumentos. Ya en esta fase se reclama la opinión sobre el consenso final, sin embargo, puede que no se hubiese llegado a un consenso, debido a posturas muy distantes, aunque también la presión por el acuerdo puede evitar una buena previsión, el moderador debe revisar todo el proceso para averiguar si se ha cometido algún error.

Ventajas del método

Esta técnica tiene la ventaja de eliminar el efecto líder de otros métodos de expertos, pues los encuestados son anónimos entre sí, impidiendo así que la reputación de un miembro del grupo influya sobre los otros, pero es muy importante para un correcto resultado escoger bien a los

encuestados y definir bien el campo de investigación, con preguntas precisas, cuantificables e independientes.

2.6.2 Statgraphics

Es el más poderoso y sencillo software estadístico de utilizar gracias a su diseño intuitivo. Con más de 150 procedimientos estadísticos que cubren la mayoría de las áreas del análisis estadístico. Posee herramientas como el StatAdvisor y StatWizard que aportan ayuda para usar el programa de forma más eficiente y brindan una interpretación de los resultados instantáneas, el StatGallery que permite colocar gráficos lado a lado y textos para el uso en presentaciones, el StatReporter que organiza los resultados para una fácil publicación, el StatFolio que permite grabar todos los análisis en un solo archivo, de manera que puedan ser repetidos cada vez que sea necesario. Se aplica en los siguientes campos: estadística descriptiva, calidad.

2.6.3 Matlab

Es un software matemático muy versátil que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M).

Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware. El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI). Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las *cajas de herramientas (toolboxes)*; y las de Simulink con los *paquetes de bloques (blocksets)*.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MÉTRICA

3.1 Introducción

En este capítulo se hace un análisis para obtener una valoración cualitativa, en función de un acercamiento a lo cuantitativo acerca de la clasificación de los casos de uso y los cambios en la Universidad, para esto se emplean técnicas de Consulta de Expertos. Y se define una métrica para estandarizar estos procesos utilizando el Sistema Basado en Reglas Difusas de tipo Mamdani.

3.2 Encuesta aplicada a los Expertos

La encuesta se realizó a través de entrevistas a 12 Ingenieros Informáticos, especialistas en las ramas de la Ingeniería de Software y Calidad del Software.

3.2.1 Cuestionario de preguntas

1. ¿Cuál es su ocupación? Graduado de: _____
Años de Experiencia: _____
Experiencia en: _____.
2. ¿Con que categoría evaluaría la clasificación que se realiza de los Casos de Uso en la Universidad actualmente?
 Muy Buena Buena
 Media Buena Media Mala
 Mala Muy mala
3. ¿Considera que los criterios usados actualmente cubren todas las necesidades?
 Si No Parcialmente
4. Marque con una **x**, de los criterios que se listan a continuación, cuáles usted utiliza para realizar la clasificación de los Casos de Uso en cuanto a complejidad e importancia.
 Esfuerzo que se requiere para su realización
 Tareas o funciones principales que involucra
 Cantidad de elementos de datos
 Complejidad de los algoritmos
 Cantidad de transacciones
 Requisitos no funcionales
 Impacto en la arquitectura del sistema
 Significación para el negocio.

- __ Otro.
5. ¿Qué consecuencias podría tener una clasificación de los Casos de Uso incorrecta?
 6. ¿Cuáles ventajas identificarías si contaras con una métrica para la clasificación de los Casos de Uso?
 7. Considera usted que las clasificaciones usadas en la propuesta para:
 - a) Los Casos de Uso son:

__ Adecuadas __ No Adecuadas ¿Por qué?
 - b) Los Cambios son:

__ Adecuadas __ No Adecuadas ¿Por qué?
 8. Responda las siguientes preguntas:
 1. ¿Incluiría otro criterio además de los que se proponen para clasificar los Casos de Uso, en cuanto a su complejidad e importancia?
 2. ¿Incluiría otro criterio además de los que se proponen para clasificar los Cambios, en cuanto a su complejidad e importancia?
 9. Para su criterio considera la asignación de prioridad de desarrollo de los Casos de Uso que se realizó en la propuesta como:

Correcta__ Aceptable__ Incorrecta__
 10. Considera usted que la clasificación realizada para la atención a las Solicitudes de cambio es:

Correcta__ Aceptable__ Incorrecta__

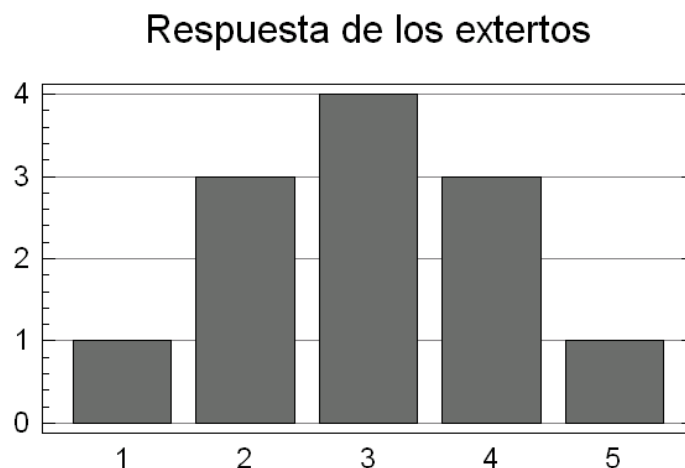
3.2.2 Tratamiento Estadístico

Se observó que las respuestas de los Expertos respondían a una distribución normal, por lo que se les aplicó el análisis de estadística paramétrica. Determinándose así la media aritmética de los criterios de los expertos por cada elemento y el coeficiente de variación por medio del cálculo de la desviación típica S . Si $S > 1$, se rechaza el valor promedio calculado y se realiza una nueva ronda de preguntas. Si $S < 1$, se acepta el criterio de los expertos y si $S = 1$, significa acuerdo total entre los expertos.

En nuestro caso, la Desviación Estándar da como resultado un valor muy cercano a 1 por lo que se puede tomar como acercamiento el valor 1 concluyendo que se llegó a un acuerdo total entre los expertos.

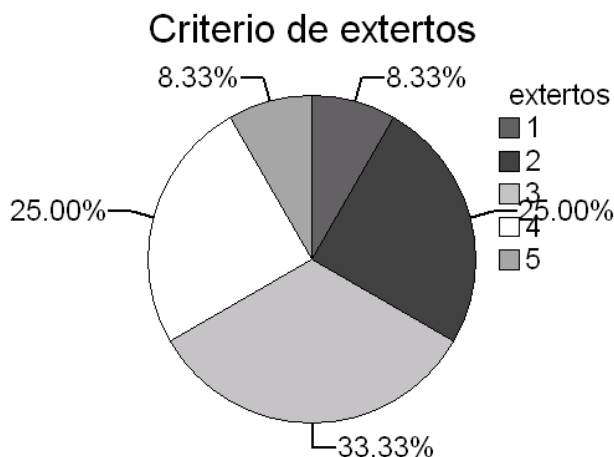
3.2.2.1 Gráficos Obtenidos

Histograma



En el histograma se muestra la relación de coincidencia que existió entre las respuestas a diferentes criterios tratados en la encuesta por parte de los expertos, donde horizontalmente se representaron las preguntas efectuadas y verticalmente la cantidad de expertos que coincidieron en la respuesta dada a una misma interrogante. De acuerdo a la forma obtenida en el gráfico se puede decir que aproximadamente se encuentran contenidos los resultados dentro de la Campana de Gauss y teniendo en cuenta los resultados de S, lo que significa que se tiene una distribución normal.

Gráfico Circular



El gráfico circular o en forma de pastel representa el porcentaje (%) de coincidencia de las respuestas a las preguntas que fueron realizadas a los diferentes expertos, representando la pregunta 3 la de mayor área en el gráfico.

3.2.2.2 Resumen estadístico sobre el criterio de los Expertos

Cantidad = 12

Media = 3.0

Mediana = 3.0

Moda = 3.0

Varianza = 1.27273

Desviación Estándar = 1.12815

Error Estándar = 0.325669

Mínimo = 1.0

Máximo = 5.0

Rango = 4.0

La aplicación de la consulta de Expertos contribuyó a validar la elección de las variables y los criterios usados para obtener las clasificaciones de los casos de uso y los cambios, y para determinar si un cambio en dependencia de sus características es efectuado o no.

3.3 Definición de la métrica

Para la construcción de la métrica que dio solución al problema de la presente investigación mediante el uso de la Lógica Difusa, se definieron una serie de variables de entradas y de salida para determinar todas las reglas posibles del modelo difuso utilizado para la modelación de la solución. Con el objetivo de lograr una definición lo más confiable y cercana a la realidad, se realizó una encuesta a un grupo de 10 expertos en el tema, para la definición de los rangos de las variables de entrada, la manera en la que se definieron finalmente, está reflejada a continuación:

3.3.1 Arquitectura detallada

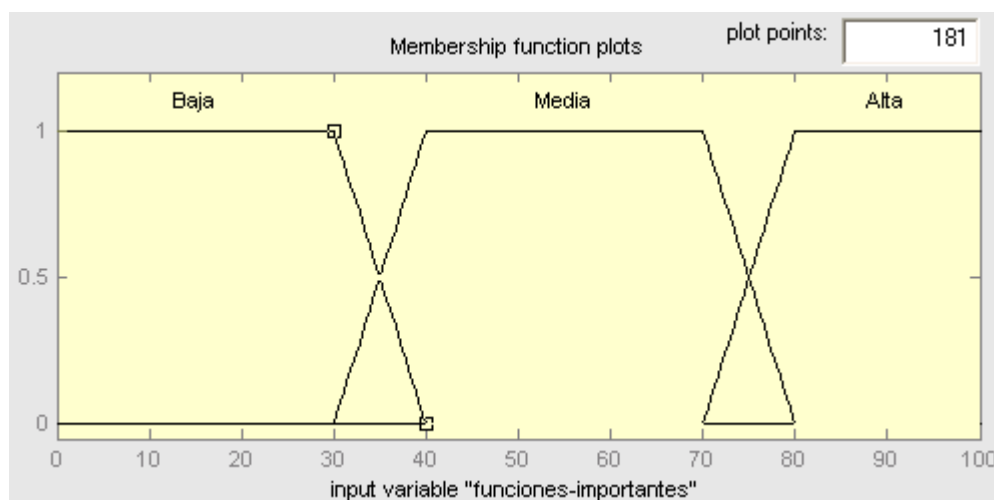
Para cada una de las entradas del sistema se siguió los siguientes pasos:

1. Se adquirieron los valores nítidos de las variables de entrada.
 Los valores nítidos de las variables de entrada fueron los adquiridos como resultado de la aplicación de las encuestas a los expertos.
2. Se trasladaron los valores de las variables a los universos de discurso correspondientes.
 Esto es la representación de los valores en los que oscilan las variables en los diagramas, donde se muestra el rango de valores numéricos para cada etiqueta lingüística.
3. En función del sistema difuso utilizado se hizo corresponder a cada valor nítido el término lingüístico más adecuado (Rodríguez Castillo, 2005).

3.3.2 Definición de las variables de entrada

Para la complejidad del CU:

1. Cantidad de tareas o funciones principales involucradas (%)



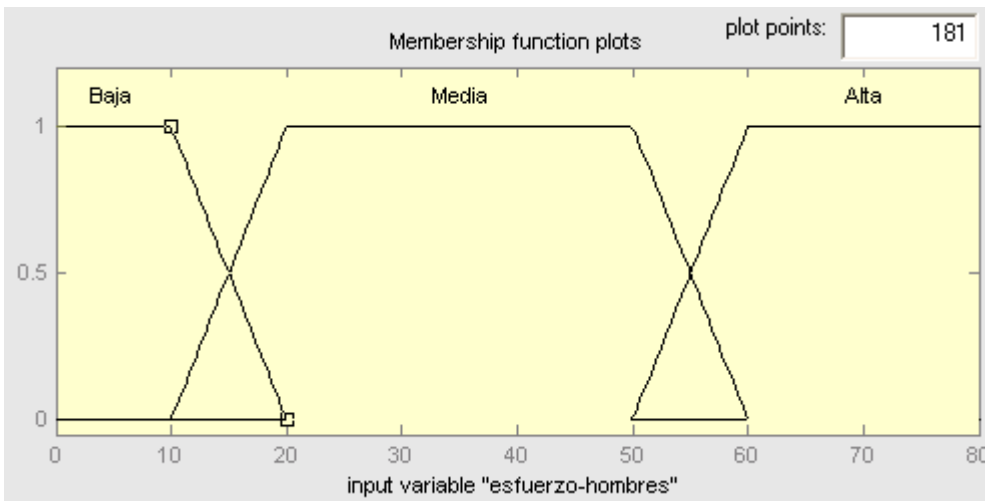
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 70%

Alta (A): Más del 70%

2. Esfuerzo en hombres (%)



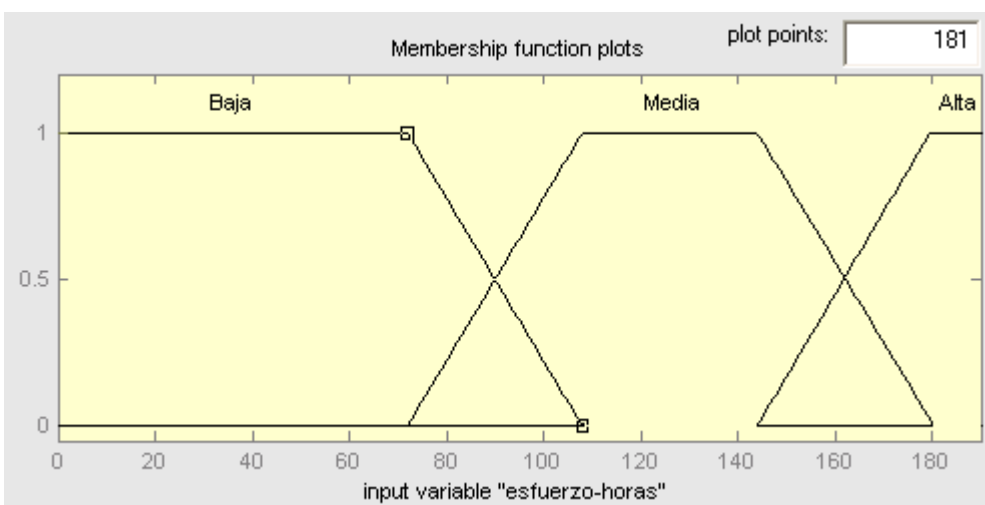
Rangos

Baja (B): Menos del 10%

Media (M): Mayor que el 10% y menor que el 50%

Alta (A): Más del 50%

3. Esfuerzo en horas



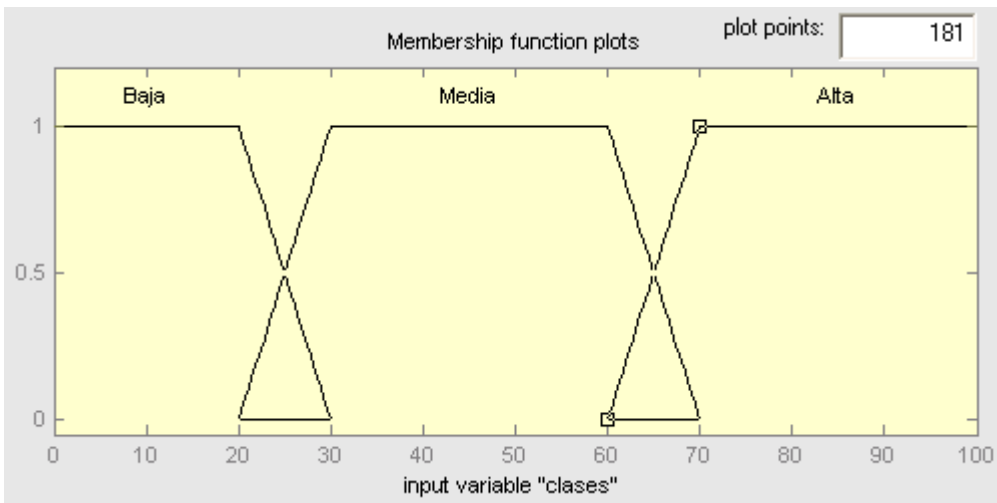
Rangos

Baja (B): Menos de 72 horas (1 semana)

Media (M): Mayor de 72 y menor de 144 horas (1 y 2 semanas)

Alta (A): Más de 144 horas (2 semanas)

4. Cantidad de clases (%)



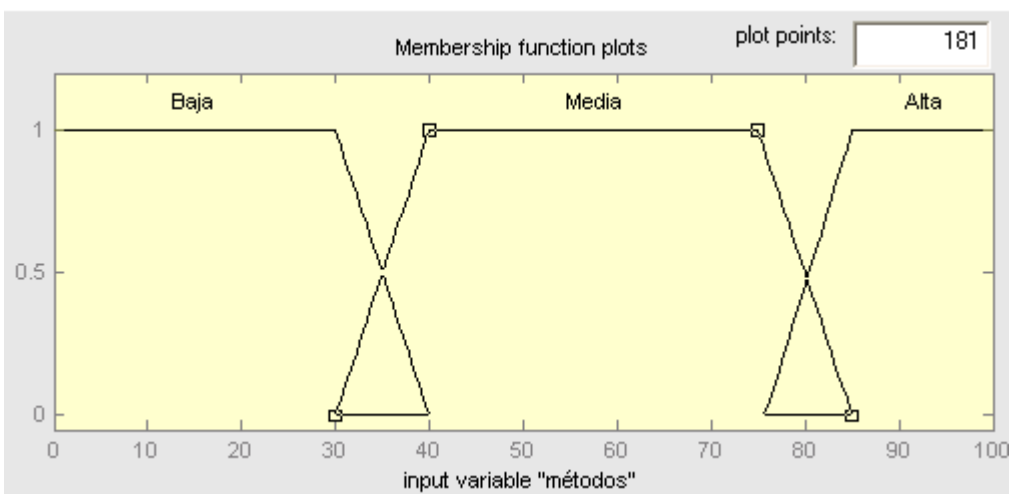
Rangos

Baja (B): Menos del 20%

Media (M): Mayor que el 20% y menor que el 60%

Alta (A): Más del 60%

5. Cantidad de métodos (%)



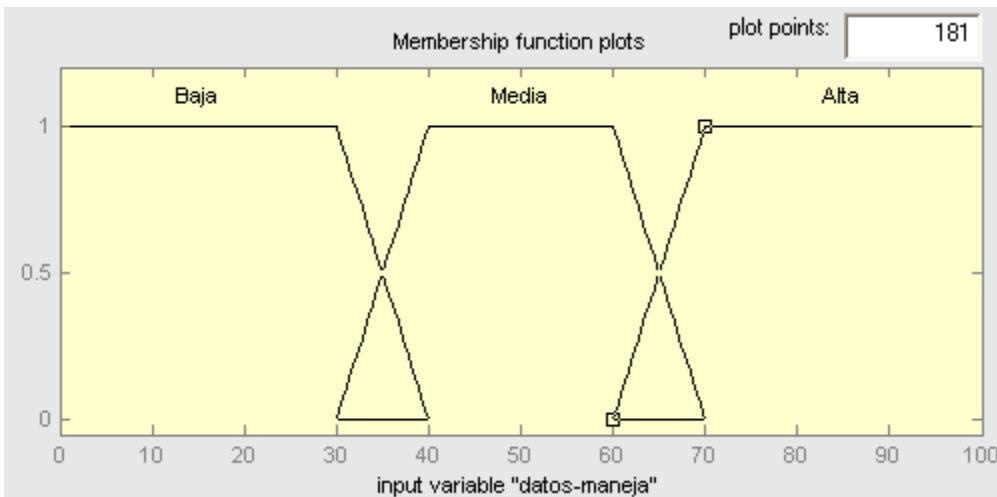
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 75%

Alta (A): Más del 75%

6. Elementos de datos que maneja (%)



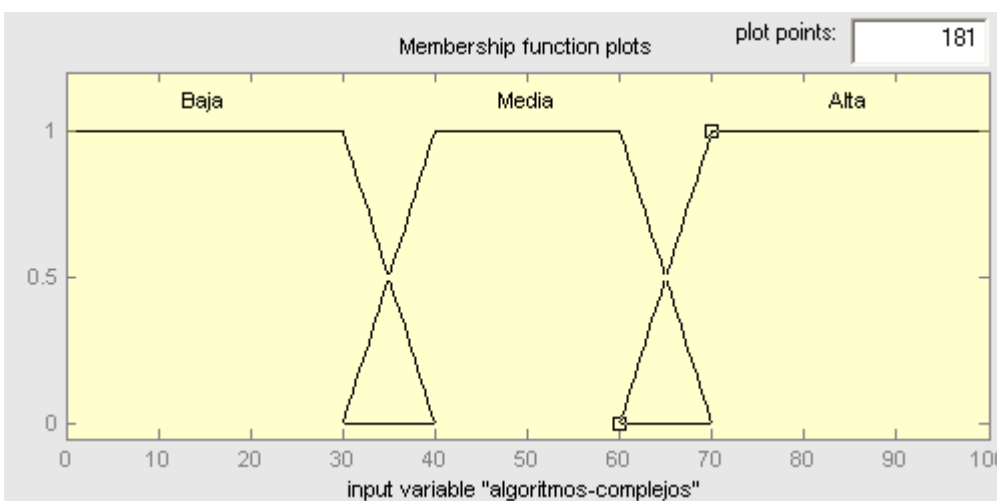
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alto (A): Más del 60%

7. Cantidad de algoritmos complejos involucrados (%)



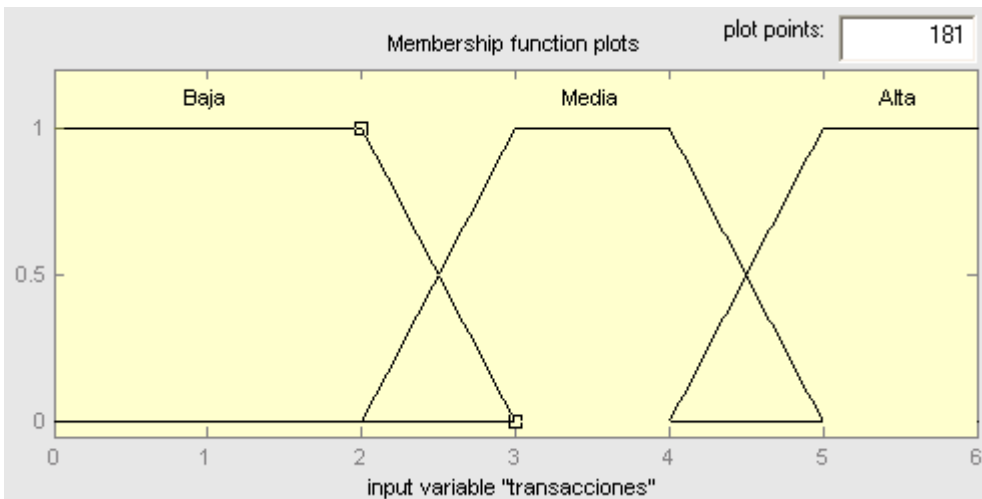
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alto (A): Más del 60%

8. Cantidad de transacciones



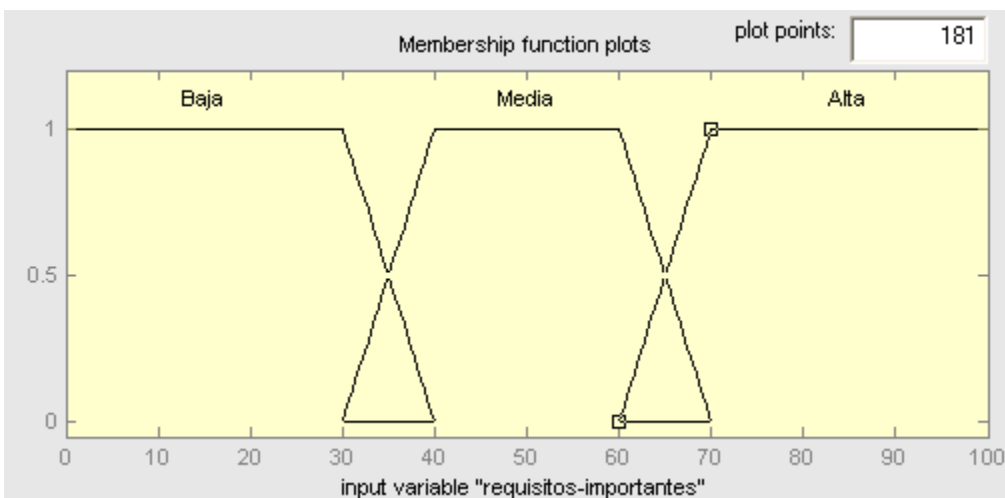
Rangos

Baja (B): Menos de 2

Media (M): Mayor que 2 y menor que 4

Alta (A): Más de 4

9. Cantidad de requisitos no funcionales (%)



Rangos

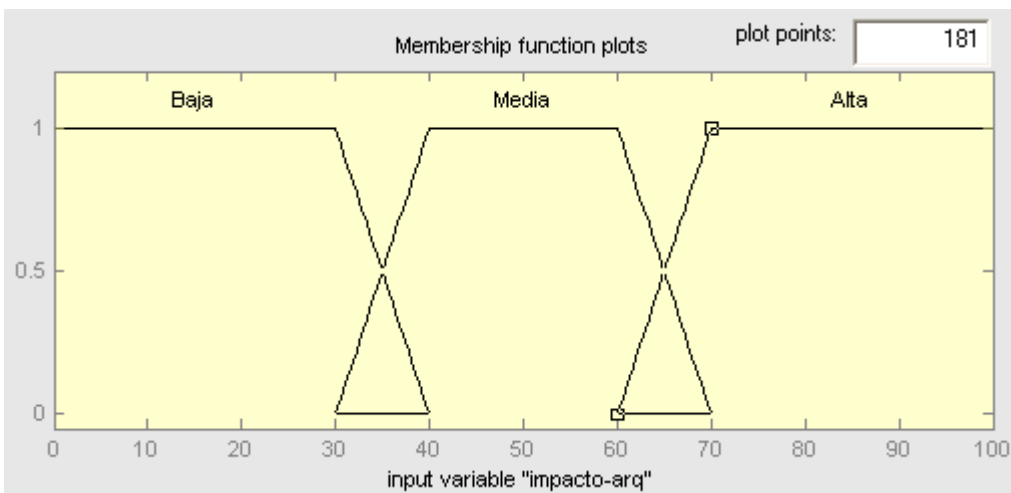
Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alto (A): Más del 60%

Para la importancia del CU:

1. Impacto arquitectónico (%)



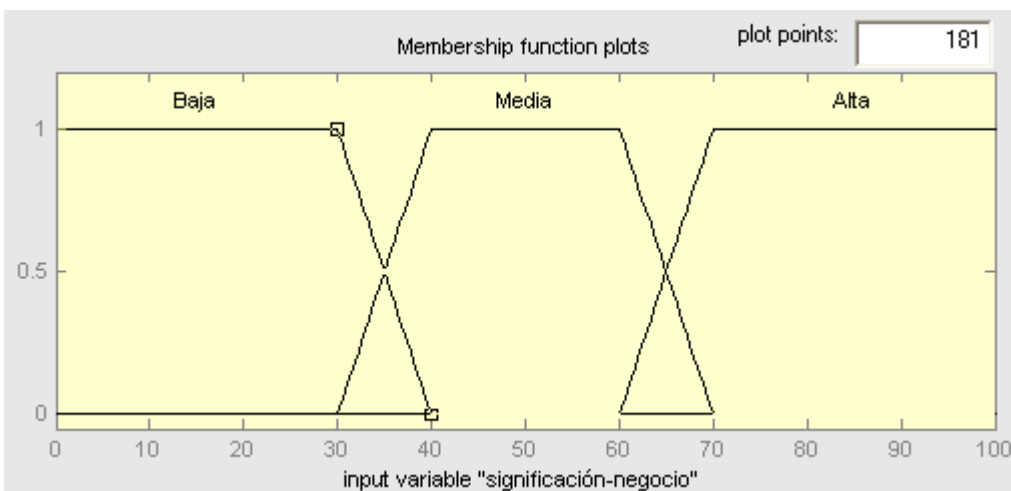
Rangos

Baja (B): Menos de 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alta (A): Más de 60%

2. Significación para el negocio (%)



Rangos

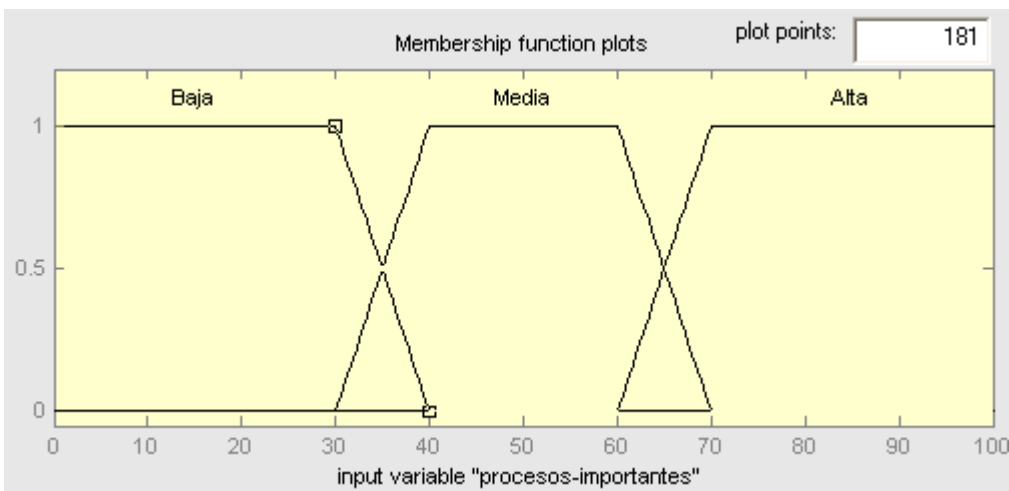
Baja (B): Menos de 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alta (A): Más de 60%

Para la complejidad de los cambios:

1. Cantidad de procesos importantes que involucra (%)



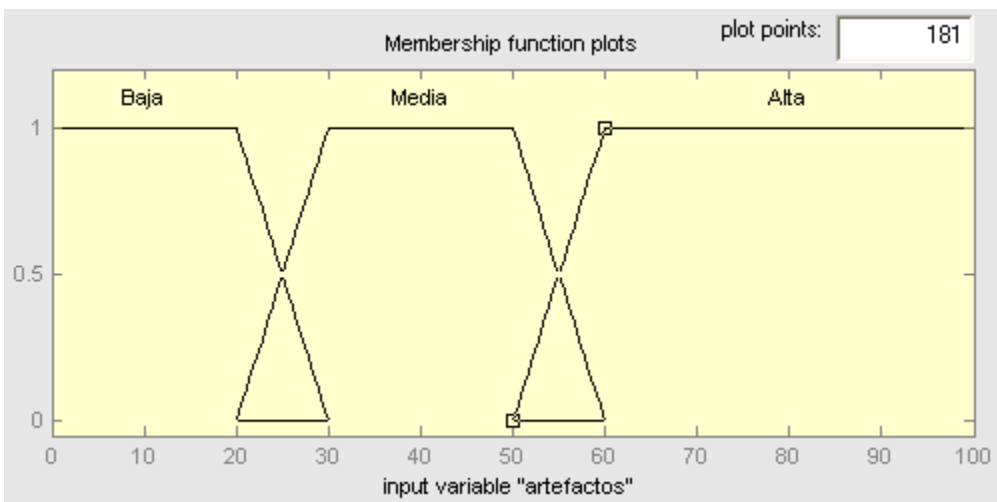
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alta (A): a partir del 60%

2. Cantidad de artefactos que afecta (%)



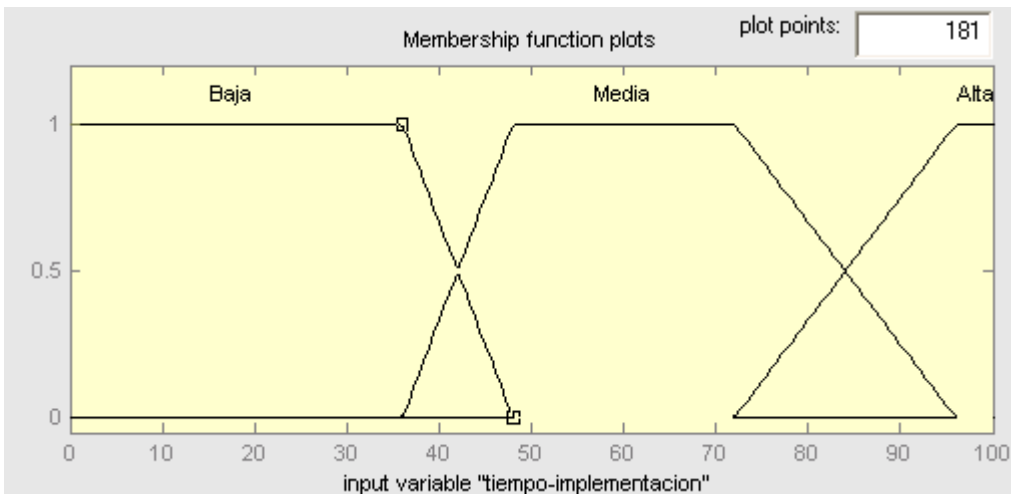
Rangos

Baja (B): Menos del 20%

Media (M): Mayor que el 20% y menor que el 50%

Alta (A): Más del 50%

3. Tiempo de implementación (horas)



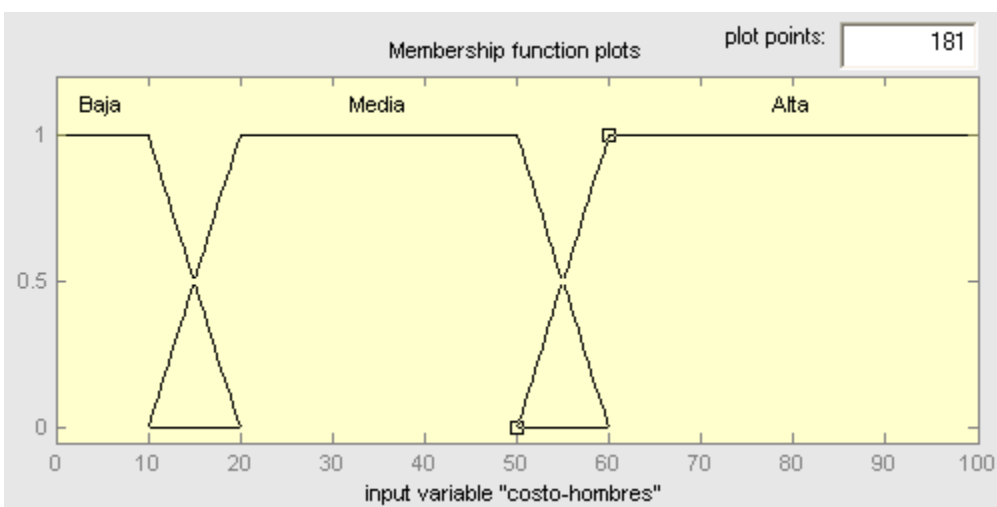
Rangos

Baja (B): Menos 36 horas (3 días)

Media (M): Mayor de 36 y menor de 72 horas

Alta (A): Más de 72 horas (1 semana)

4. Costo en hombres (%)



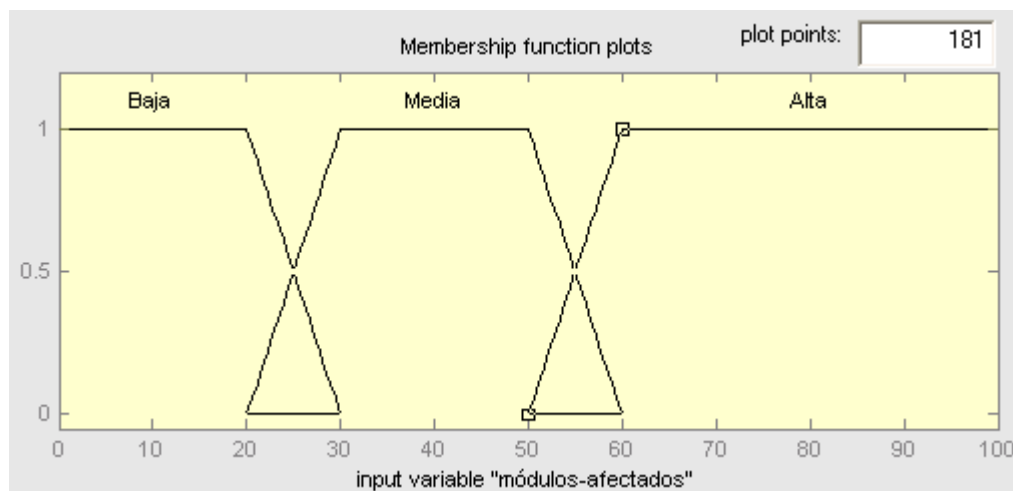
Rangos

Baja (B): Menos del 10%

Media (M): Mayor que el 10% y menor que el 50%

Alta (A): Más del 50%

5. Costo en módulos afectados (%)



Rangos

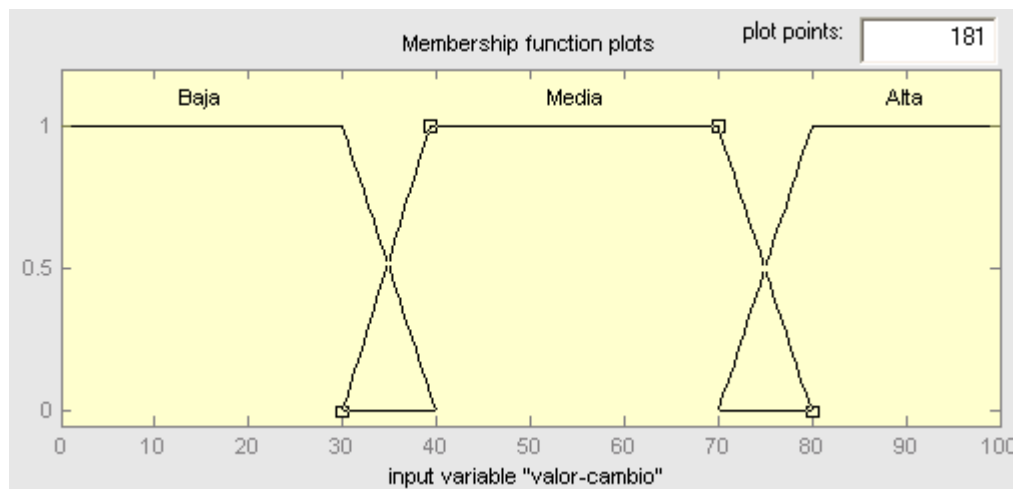
Baja (B): Menos del 20%

Media (M): Mayor que el 20% y menor que el 50%

Alta (A): Más del 50%

Para la importancia de los cambios:

1. Valor del cambio (%)



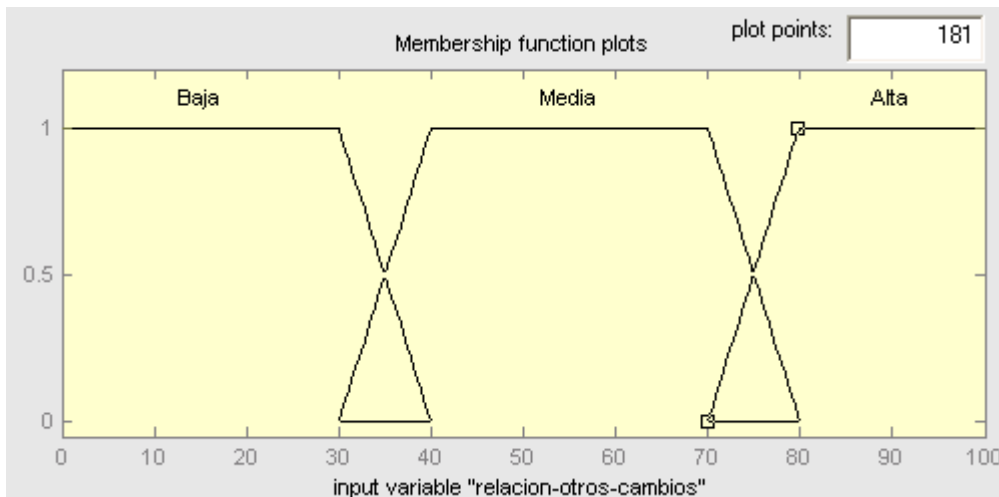
Rangos

Baja (B): Menos de 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 70%

Alta (A): Más de 70%

2. Relación con otros cambios aprobados y en progreso (%)



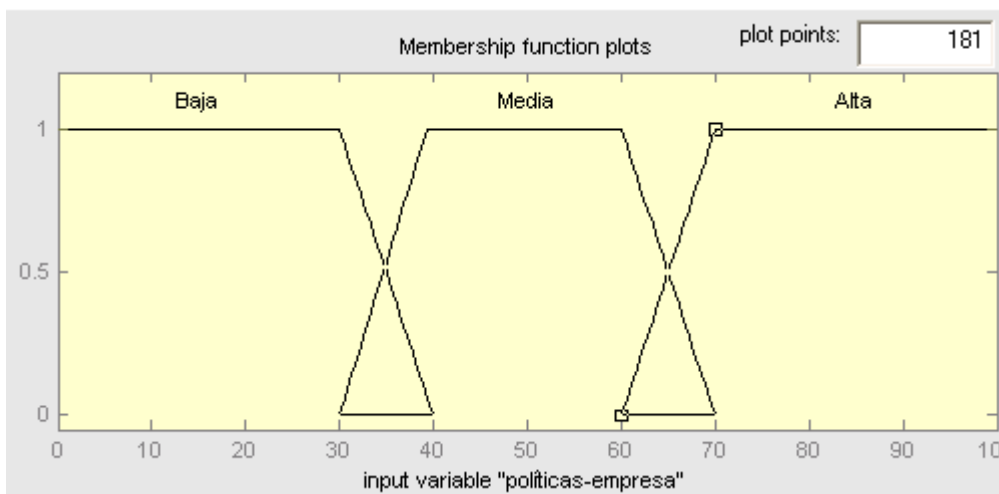
Rangos

Baja (B): Menos del 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 70%

Alta (A): Más del 70%

3. Relación con las políticas de la empresa (%)



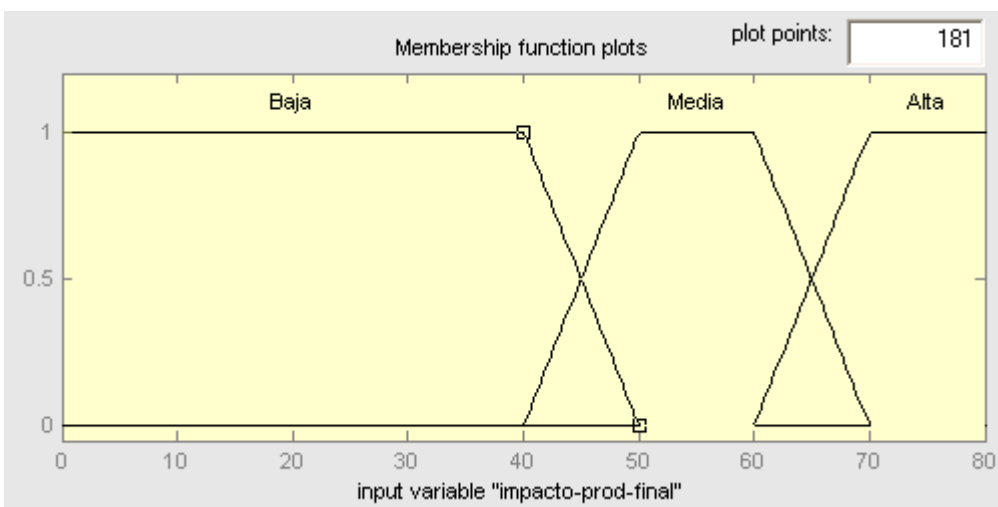
Rangos

Baja (B): Menos de 30%

Media (M): Mayor que el 30% y menor que el 60%

Alta (A): Más de 60%

4. Impacto en el producto final (%). Cambios significativos en algunos requisitos no funcionales importantes, como uso de memoria y CPU.



Rangos

Baja (B): Menos de 40%

Media (M): Mayor que el 40% y menor que el 60%

Alta (A): Más de 60%

Existencia de alternativas

Si el cambio afecta notablemente al menos la mitad de los criterios anteriores, es decir, es clasificado como “altamente complejo”, su importancia es media o baja y tiene otra alternativa, se pasa a valorar la alternativa. Si no tiene más alternativas se continúa valorando el cambio.

3.3.2 Variables de salida

Las variables de salida que se definieron fueron:

- Criticidad del CU
- Criticidad del Cambio
- Aceptación del Cambio

Teniendo la variable **criticidad del caso de uso** para almacenar el resultado que se obtiene de relacionar la clasificación del caso de uso en cuanto a sus niveles de complejidad e importancia, al igual que en la variable de **criticidad del cambio** se almacena el resultado que se obtiene de relacionar la clasificación en cuanto a sus niveles de importancia y complejidad. En la variable **aceptación del cambio** se guarda el resultado de combinar las dos variables de salida anteriores marcando el final de la definición de la métrica, con la determinación de aceptación o no del cambio.

3.3.3 Pasos para la construcción de la métrica

Una vez definidas las variables de entrada y salida para el modelo, se procede a definir la estructura de la base de reglas que conformará la métrica que se propone para dar solución al problema de la investigación:

A continuación se muestran unas tablas que tienen el objetivo de relacionar los diferentes criterios con sus clasificaciones:

Criterios para medir la complejidad de un CU	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
1-Número de tareas o funciones importantes	C 1.1	C 1.2	C 1.3
2-Esfuerzo en personas	C 2.1	C 2.2	C 2.3
3-Cantidad de horas	C 3.1	C 3.2	C 3.3
4-Cantidad de clases	C 4.1	C 4.2	C 4.3
5-Cantidad de métodos	C 5.1	C 5.2	C 5.3
6-Número de elementos de datos que maneja	C 6.1	C 6.2	C 6.3
7-Cantidad de algoritmos complejos	C 7.1	C 7.2	C 7.3
8-Cantidad de transacciones	C 8.1	C 8.2	C 8.3
9-Número de requisitos importantes	C 9.1	C 9.2	C 9.3

Tabla 2. Criterios de complejidad de un CU

Criterios para medir la importancia de un CU	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
1-Impacto arquitectónico (%)	I 1.1	I 1.2	I 1.3
2-Significación para el negocio (%)	I 2.1	I 2.2	I 2.3

Tabla 3. Criterios de importancia de un CU

Criterios para medir la complejidad de un cambio	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
1-Cantidad de procesos importantes	C 1.1	C 1.2	C 1.3
2-Número de artefactos que afecta	C 2.1	C 2.2	C 2.3
3-Cantidad de hombres	C 3.1	C 3.2	C 3.3
4-Tiempo de implementación (horas)	C 4.1	C 4.2	C 4.3
5-Cantidad de módulos afectados	C 5.1	C 5.2	C 5.3

Tabla 4. Criterios de complejidad de un cambio

Criterios para medir la importancia de un cambio	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
1-Valor del cambio	I 1.1	I 1.2	I 1.3
2-Relación con otros cambios, aprobados y en progreso	I 2.1	I 2.2	I 2.3
3-Relación con las políticas de la empresa (%)	I 3.1	I 3.2	I 3.3
4-Impacto en el producto final (%)	I 4.1	I 4.2	I 4.3

Tabla 5. Criterios de importancia de un cambio

Para definir la criticidad de un caso de uso se estableció una relación entre la importancia del **caso de uso** y su complejidad y se definieron las siguientes categorías para expresar los resultados:

C-Crítico

MC-Medianamente crítico

N-No crítico

Y en la siguiente tabla se establece la relación entre los dos aspectos, la complejidad e importancia:

		IMPORTANCIA					
		I 1.1 (A)	I 1.2 (M)	I 1.3 (B)	I 2.1 (A)	I 2.2 (M)	I 2.3 (B)
	C 1.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 1.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 1.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 2.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 2.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 2.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 3.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 3.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N

C O M P L E J I D A D	C 3.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 4.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 4.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 4.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 5.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 5.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 5.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 6.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 6.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 6.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 7.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 7.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 7.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 8.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 8.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
	C 8.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N
	C 9.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC
	C 9.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N
C 9.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N	

Tabla 6. Relación entre los criterios de complejidad e importancia de los CU

En la siguiente tabla se define la base de reglas con la que se trabaja, para la clasificación de los CU, en dependencia de las entradas serán las salidas correspondientes.

SI	Complejidad del CU	Y	Importancia del CU	ENTONCES	Nivel de criticidad del CU
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Cant de tareas o funciones importantes (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cant de tareas o funciones importantes (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Esfuerzo en personas (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Esfuerzo en personas (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de horas (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de horas (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico

SI	Cantidad de horas (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de horas (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de horas (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de clases (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de clases (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de clases (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de clases (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de clases (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de clases (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de métodos (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico

SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de elementos de datos que maneja (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico

SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de algoritmos complejos (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de transacciones (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de transacciones (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Impacto arquitectónico (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Impacto arquitectónico (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Impacto arquitectónico (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (A)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Número de requisitos importantes (M)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Significación para el negocio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Significación para el negocio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de requisitos importantes (B)	Y	Significación para el negocio (B)	ENTONCES	No Crítico

Tabla 7. Base de reglas para la clasificación de CU

Luego de realizar el análisis anterior se escoge el nivel de criticidad final del caso de uso en dependencia de:

- Si la cantidad de aspectos críticos es mayor, el CU es **crítico**.
- Si la cantidad de aspectos medianamente críticos es mayor, el CU es **medianamente crítico**.
- Si la cantidad de aspectos no críticos es mayor, el CU es **no crítico**.
- Si la cantidad de aspectos críticos es igual a los medianamente críticos, el CU es **crítico**.
- Si la cantidad de aspectos críticos es igual a los no críticos, el CU es **medianamente crítico**.
- Si la cantidad de aspectos medianamente críticos es igual a los no críticos, el CU es **no crítico**.

Para definir la criticidad de un **cambio** se estableció una relación entre la complejidad e importancia del cambio, se tomaron los diferentes criterios definidos anteriormente, y las mismas categorías utilizadas en los CU para expresar los resultados de la relación entre los dos aspectos, llegándose a la confección de la siguiente tabla:

		IMPORTANCIA											
		I 1.1 (A)	I 1.2 (M)	I 1.3 (B)	I 2.1 (A)	I 2.2 (M)	I 2.3 (B)	I 3.1 (A)	I 3.2 (M)	I 3.3 (B)	I 4.1 (A)	I 4.2 (M)	I 4.3 (B)
C 1.1 (A)		C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC
C 1.2 (M)		C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N
C 1.3 (B)		MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N

C O M P L E J I D A D	C 2.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC
	C 2.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N
	C 2.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N
	C 3.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC
	C 3.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N
	C 3.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N
	C 4.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC
	C 4.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N
	C 4.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N
	C 5.1 (A)	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC	C	C	MC
	C 5.2 (M)	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N	C	MC	N
	C 5.3 (B)	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N	MC	N	N

Tabla 8. Relación entre los criterios de complejidad e importancia de los cambios

En la siguiente tabla se define la base de reglas con la que se trabaja, para la clasificación de criticidad de los Cambios.

SI	Complejidad del Cambio	Y	Importancia del Cambio	ENTONCES	Nivel de criticidad del Cambio
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico

SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (A)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (M)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de procesos importantes (B)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico

SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Crítico

SI	Número de artefactos que afecta (A)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (M)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Número de artefactos que afecta (B)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (A)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (M)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de hombres (B)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico

SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (A)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (M)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Tiempo de implementación (B)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico

SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Valor del cambio (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Valor del cambio (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Valor del cambio (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (M)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con otros cambios en progreso (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Relación con políticas de la empresa (B)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (A)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (M)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico

SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Impacto en el producto final (A)	ENTONCES	Medianamente Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Impacto en el producto final (M)	ENTONCES	No Crítico
SI	Cantidad de módulos afectados (B)	Y	Impacto en el producto final (B)	ENTONCES	No Crítico

Tabla 9. Base de reglas para la clasificación de los cambios

Luego de realizar el análisis anterior se escoge el nivel de criticidad final del cambio en dependencia de:

- Si la cantidad de aspectos críticos es mayor, el cambio es **crítico**.
- Si la cantidad de aspectos medianamente críticos es mayor, el cambio es **medianamente crítico**.
- Si la cantidad de aspectos no críticos es mayor, el cambio es **no crítico**.
- Si la cantidad de aspectos críticos es igual a los medianamente críticos, el cambio es **crítico**.
- Si la cantidad de aspectos críticos es igual a los no críticos, el cambio es **medianamente crítico**.
- Si la cantidad de aspectos medianamente críticos es igual a los no críticos, el cambio es **no crítico**.

A continuación de haber realizado un análisis profundo de todas las posibles clasificaciones de los casos de uso y los cambios de un proyecto, se realiza una clasificación de cómo se conjugarán estas para llegar al objetivo final de la métrica, la determinación de aceptación de cambios o no en un proyecto. Para esto se definieron las siguientes categorías:

A- Atender (se atiende el cambio).

P- Postergar (se decide postergar el cambio).

NA- No atender (se rechaza el cambio).

En la siguiente tabla se muestran todas las posibles relaciones entre las clasificaciones de los cambios y CU, y luego se representa la base de reglas con la que se trabajará.

CASOS DE USO				
C A M B I O		CRÍTICO (C)	MEDIANAMENTE CRÍTICO (MC)	NO CRÍTICO (N)
	CRITICO (C)	A	P	P
	MEDIANAMENTE CRÍTICO (MC)	A	P	NA
	NO CRITICO (N)	NA	NA	NA

Tabla 10. Relación entre las clasificaciones de los CU y los cambios.

SI	Nivel de criticidad del CU	Y	Nivel de criticidad del Cambio	ENTONCES	Nivel de atención del Cambio
SI	Crítico	Y	Crítico	ENTONCES	Atender
SI	Crítico	Y	Medianamente Crítico	ENTONCES	Atender
SI	Crítico	Y	No Crítico	ENTONCES	No Atender
SI	Medianamente Crítico	Y	Crítico	ENTONCES	Postergar
SI	Medianamente Crítico	Y	Medianamente Crítico	ENTONCES	Postergar
SI	Medianamente Crítico	Y	No Crítico	ENTONCES	No Atender
SI	No Crítico	Y	Crítico	ENTONCES	Postergar
SI	No Crítico	Y	Medianamente Crítico	ENTONCES	No Atender
SI	No Crítico	Y	No Crítico	ENTONCES	No Atender

Tabla 11. Base de reglas para la definición de aceptación de un cambio

No se llegará a la etapa de defuzzificación, a pesar de ser uno de los componentes del sistema difuso de tipo Mamdani, debido a que las salidas difusas de la etapa de inferencia van a ser de gran utilidad para la correcta definición de la métrica y no se precisa de los valores numéricos que ofrece la defuzzificación, por lo que se prescindirá de la misma.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo del presente trabajo se han logrado cumplir los objetivos trazados al plantear que para lograr una correcta decisión de realizar cambios en un proyecto, es necesaria la correcta clasificación de los casos de uso y los cambios en cuanto a su nivel de criticidad.

Se realizó la consulta de expertos que posibilitó una eficaz definición de los criterios a utilizar para la clasificación de los casos de uso y los cambios, pasando estos a ser variables de entrada del modelo difuso, y también se utilizó para contrastar criterios de especialistas en el tema, en cuanto a la necesidad e importancia de que se cuente con una métrica de este tipo en la Universidad.

Como resultado de la investigación realizada se llegó a la confección de una métrica para la clasificación de los casos de uso y para la toma de decisión en cuanto a aceptar un cambio o no, utilizando elementos de la teoría de la Lógica Difusa.

RECOMENDACIONES

- Validar y evaluar la métrica construida a partir de su aplicación en el análisis de la clasificación de los casos de uso y las decisiones de cambios en los proyectos de la UCI.
- Efectuar un trabajo estadístico mayor para la definición más concienzuda de los intervalos en los que oscilan las diferentes variables de entrada.
- Construcción de una aplicación para la automatización de estos procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, Alfonso y Mancera, David. 2007.** *Aplicación del control difuso en un STATCOM.* [En línea] Mayo de 2007. [Citado el: 27 de Mayo de 2008.] <http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/82054133-138.pdf>.
- Antonio, Angélica de. 2001.** *La gestión de la Configuración del Software.* Chile : s.n., 2001.
- Barreiro Alonso, Enrique.** *Medición y métricas del software.* [En línea] [Citado el: 20 de Junio de 2008.] trevinca.ei.uvigo.es/~ebalonso/asignaturas/esx/guiones/esxClase26.pdf.
- Correa, M, y otros.** *Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas a la monitorización del proceso de fresado.* [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2008.] www.aepro.com/congreso_03/pdf/macorrea@iai.csic.es_5b74b2dc643a1ffbb2d83fa868aed681.pdf.
- Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2004.** *El proceso unificado de desarrollo de software, V-2.* La Habana : Félix Varela, 2004.
- Jiménez, Leoncio, y otros.** *Implementación de una Base de Datos Relacional Difusa. Un Caso en la Industria del Cartón.* [En línea] [Citado el: 15 de Mayo de 2008.] http://www.unab.edu.co/editorialunab/revistas/rcc/pdfs/r62_art4_c.pdf.
- Larman, Craig. 2004.** *UML y Patrones.* La Habana : Félix Varela, 2004.
- León Duarte, Jaime Alfonso. 2005.** *Metodología para la detección de requerimientos subjetivos en el diseño de producto.* Barcelona, España : s.n., 2005.
- Martín Del Brío, Bonifacio y Sanz Molina, Alfredo. 2001.** *Redes Neuronales y Sistemas Difusos, Segunda Edición Ampliada y Revisada.* Zaragoza, España : s.n., 2001.
- Pérez Pueyo, Rosanna. 2005.** *TDX: Tesis Doctorals en Xarxa. Procesado y Optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de Lógica Difusa: Aplicación a la identificación de Materiales Pictóricos .* [En línea] 21 de Enero de 2005. [Citado el: 8 de Noviembre de 2007.] http://www.tdx.cat/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0207105-105056//04Rpp04de11.pdf.
- Piñero Pérez, Pedro Yobanis. 2005.** *Un modelo para el aprendizaje y la clasificación automática basado en técnicas de softcomputing.* 2005.
- Polo Zabaleta, Agenor y Esmeral Palacio, Mario. 2007.** *Controlador difuso parametrizable basado en un núcleo de procesamiento reconfigurable descrito en VHDL.* [En línea] 2007. [Citado el: 5 de Mayo de 2008.] http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/22/7_Controlador%20difuso.pdf.
- Pressman, Roger S. 2005.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. V-1.* La Habana : Félix Varela, 2005.

Rodriguez Castillo, Maribel Johanna. 2005. SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSA DE MAMDANI. *Scribd*. [En línea] 2005. [Citado el: 17 de Febrero de 2008.]

<http://www.scribd.com/doc/2533750/TRABAJO-FINAL-SISTEMA-DE-INFERENCIA-DIFUSA-DE-MAMDANI1>.

Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2004. *El proceso unificado de desarrollo de software, V-1*. La Habana : Félix Varela, 2004.

Serrano Chica, Jose Maria. Universidad de Jaén. [En línea] [Citado el: 6 de Diciembre de 2007.]

<http://www.di.ujaen.es/asignaturas/sd>.

Torres M, Alvaro y Tranchita R, Carolina. *¿Inferencia y Razonamiento Probabilístico o difuso?* [En línea] [Citado el: 14 de Mayo de 2008.] <http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/Rev19-16.pdf?ri=d45a3b0ee40fb0530196fced5dfc22e8>.

Urrutia, Angélica, Galindo, José y Piattini, Mario. *Restricciones de participación y tipo de correspondencia difusa en un modelo conceptual*. [En línea] [Citado el: 21 de Abril de 2008.]

<http://www.inf.udec.cl/revista/ediciones/edicion9/aurrutia.pdf>.

Valencia, María Eugenia. *Caso de Uso*. [En línea] [Citado el: 2 de Mayo de 2008.]

http://eisc.univalle.edu.co/materias/Material_Desarrollo_Software/CASOSUSO_A3.pdf.

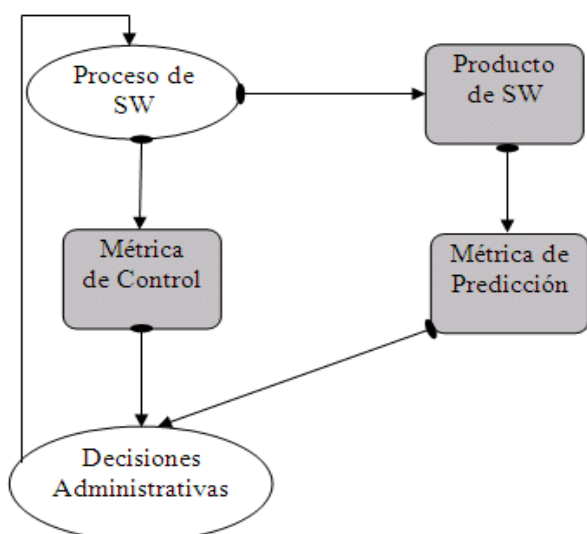
Vega Lebrún, Carlos, Rivera Prieto, Laura Susana y García Santillán, Arturo. 2008. Mejores prácticas para el establecimiento y aseguramiento de la calidad de software. [En línea] 2008. [Citado el: 15 de Junio de 2008.] <http://www.eumed.net/libros/2008a/351/index.htm>.

Velasco Peña, Hugo Fernando. 2006. *Análisis de controladores difusos*. [En línea] 2006. [Citado el: 18 de Mayo de 2008.]

<http://www.docentes.unal.edu.co/hfvelascop/docs/OTROS/LOGICADIFUSA/5%20An%20E1lisis%20de%20Controladores%20Difusos.pdf>.

Visconti, Marcello y Astudillo, Hernán. Fundamentos de la Ingeniería de software. [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2007.] <http://www.alumnos.usm.cl/~renzo.stanley/>.

ANEXOS



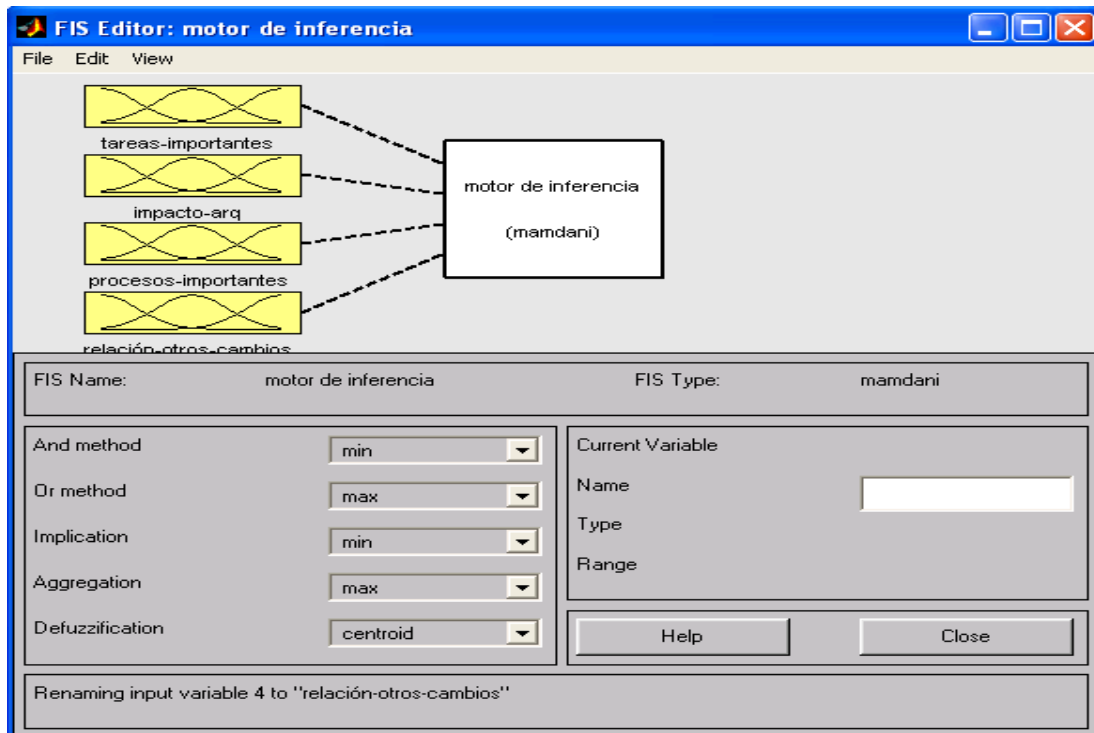
Anexo 1. Proceso de aplicación de métricas

PROYECTO	ESFUERZO	\$	KLDC	PAGS. DOC	ERRORES	GENTE
999-01	24	168	12.1	365	29	3
CCC-04	62	440	27.2	1124	86	5
FFF-03	43	314	20.2	1050	64	6
.
.

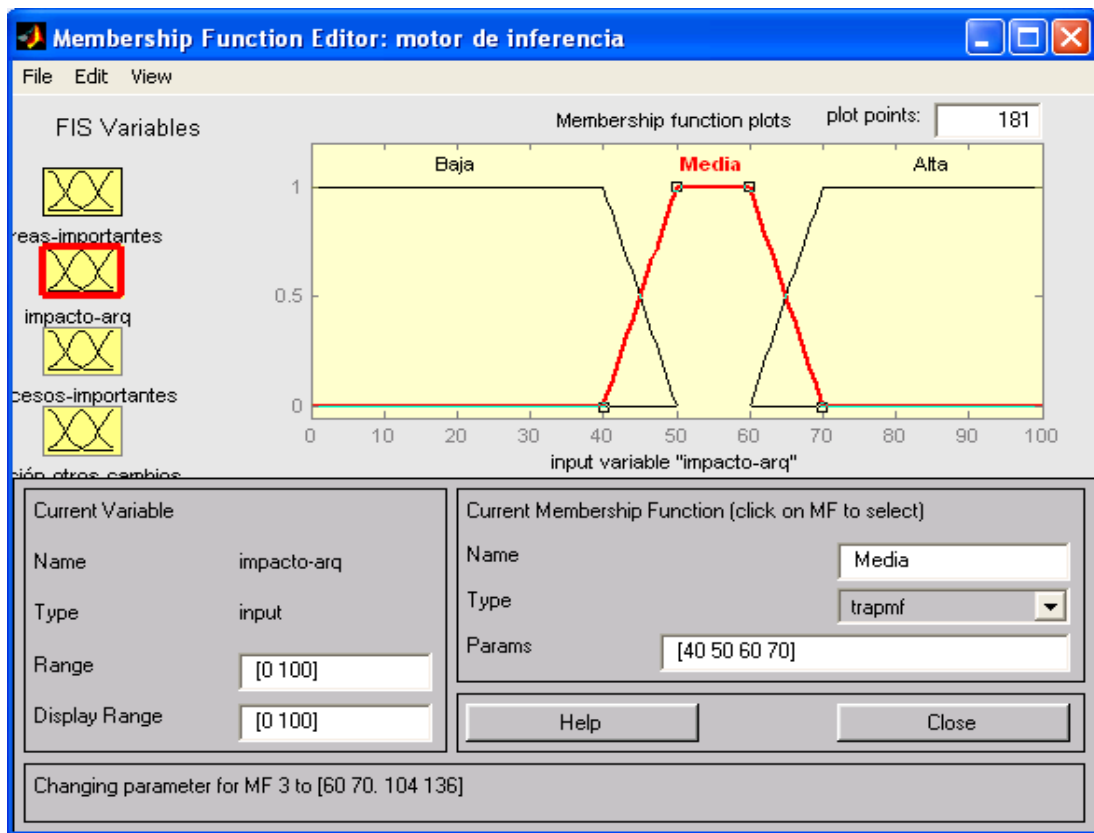
Anexo 2.

Parámetro de medición	FACTOR DE PONDERACIÓN				=	□	
	Cuenta	Simple	Medio	Complejo			
Numero de entradas de usuario	□ X	3	4	6	=	□	
Numero de salidas de usuario	□ X	4	5	7	=	□	
Numero de peticiones de usuario	□ X	3	4	6	=	□	
Numero de archivos	□ X	7	10	15	=	□	
Numero de interfaces externas	□ X	5	7	10	=	□	
Cuenta = Total						=	□

Anexo 3. Cálculo de métricas de punto de función.



Anexo 4. Uso del Matlab para la definición de las variables de entrada



Anexo 5. Uso del Matlab para la definición de los rangos de las variables de entrada

GLOSARIO

-A-

Algoritmo: Serie de pasos organizados que describe el proceso que se debe seguir, para dar solución a un problema específico. Dado un estado inicial y una entrada, a través de pasos sucesivos y bien definidos se llega a un estado final, obteniendo una solución.

-B-

Base de Reglas: Representa de forma estructurada la política de control experto.

- C-

Campana de gauss: es una función de probabilidad continua y simétrica, cuyo máximo es la media y tiene dos puntos de inflexión situados en ambos lados. Un punto de inflexión es el que separa la parte cóncava de la convexa de la campana. La principal característica de esta curva es que es una buena representación de la distribución de variables aleatorias en poblaciones, por lo que resulta de suma utilidad para en cálculos estadísticos.

CU: Casos de uso.

-D-

Desviación estándar o típica: es una medida de dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

Distribución normal: Esta distribución es frecuentemente utilizada en las aplicaciones estadísticas. Su propio nombre indica su extendida utilización, justificada por la frecuencia o normalidad con la que ciertos fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento a esta distribución. Muchas variables aleatorias continuas presentan una función de densidad cuya gráfica tiene forma de campana. La importancia de la distribución normal se debe principalmente a que hay muchas variables asociadas a fenómenos naturales que siguen el modelo de la normal.

-E-

Estadística descriptiva: es una parte de la estadística que se dedica a analizar y representar los datos. Este análisis es muy básico, pero fundamental en todo estudio. Aunque hay tendencia a generalizar a toda la población las primeras conclusiones obtenidas tras un análisis descriptivo, su poder inferencial es mínimo y debería evitarse tal proceder. Otras ramas de la estadística se centran en el contraste de hipótesis y su generalización a la población.

Estadística paramétrica: Es la que requiere que los elementos que integran las muestras contengan elementos parámetros o medibles. Asume que la población de la cual la muestra es extraída es normal o aproximadamente normal.

-F-

Frecuencia: es el número de veces que cada valor se repite.

-I-

Inferencia: Una inferencia es una evaluación que se realiza entre conceptos que, al interactuar, muestran sus propiedades de forma discreta, que permitirá trazar una línea lógica de causa-efecto, entre los diferentes puntos inferidos en la resolución del problema.

Interpretabilidad: describir el sistema de forma legible.

-M-

Mediana: es el valor que ocupa la posición central, cuando los valores se ordenan de mayor a menor.

Moda: es el valor que más se repite.

Modelo: esquema teórico de un sistema que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Muestra: es un valor representativo del conjunto total llamado universo o población.

-P-

Promedio o media (m): es el cociente de la suma de todos los valores entre la cantidad de valores.

Precisión: Representar con fidelidad la realidad que se está modelando.

-S-

SBR: Sistemas Basados en Reglas.

SBRD: Sistemas Basados en Reglas Difusas.

-U-

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Universos de discurso: Conjunto de valores numéricos que puede tomar para una variable discreta, o el rango de valores posibles para una continua.

-V-

Variables de entradas: Conjunto de valores que conforman las premisas de un problema.

Variables de salida: Conjunto solución de un problema que conforman el consecuente.