

**PROPUESTA DE UN MODELO COMERCIAL BASADO EN GEO- MERCADEO  
UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA  
CASO PILOTO BOGOTÁ**

**AVILA VELEZ EDIER FERNANDO**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
MAESTRIA EN TECNOLOGIA DE LA INFORMACION GEOGRAFICA  
MANIZALES  
20/11/2015**

**PROPUESTA DE UN MODELO COMERCIAL BASADO EN GEO- MERCADEO  
UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA  
CASO PILOTO BOGOTÁ**

**AVILA VELEZ EDIER FERNANDO**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar  
Al título de Magister en Tecnología de la Información Geográfica

Asesor  
**ORLANDO RIAÑO M**  
Matemático, Universidad Nacional

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA  
MANIZALES  
20/11/2015**

## 1. RESUMEN

En la presente investigación, se muestra la conceptualización y planteamiento de un modelo orientado a la aplicación de las actuales tecnologías de la información geográfica, bajo un marco espacial y comercial del mercado de formatos de Gas Licuado del Petróleo (Gas L.P.), se busca mediante el reconocimiento de las diferentes variables geográficas y sociodemográficas en la zona de estudio (Bogotá), segmentar la población consumidora de primera mano de GLP y posteriormente por medio del modelamiento de patrones típicos identificar geográficamente las zonas con mayor probabilidad comercial.

Las técnicas de Lógica difusa permiten entender y modelar de forma sencilla el entorno geográfico y el mercado global en el que se desarrolla la actividad comercial de GLP, mediante el conocimiento experto de la misma el modelo está en capacidad de asumir las diferentes características geográficas y sociodemográficas con comportamientos similares encontrados en la Dinámica que se encierra en la zona de estudio, convirtiéndose en una herramienta para la toma de decisiones y reconocimiento geográfico de la actividad comercial de GLP.

## SUMMARY

This research, shows the conceptualization and approach of an oriented model for application of current technologies of geographical information under a space and commercial framework for Liquefied Petroleum Gas (LPG) formats market, it seeks by the different geographical and socio-demographic variables in the study area (Bogota) recognition, to segment the LPG firsthand consumer population and later through typical patterns modeling identify geographically higher trade probability areas.

Fuzzy logic techniques allow us understand and model simply the geographical environment and the global market in which the business of LPG is developed by expert knowledge about it. Model is able to assume different geographical and sociodemographic characteristics with similar behaviors founds at dynamics contained in the study area, becoming a tool for decision-making and geographic recognition of LPG business.

## 2. PALABRAS CLAVES

**Gas Licuado del Petróleo:** Son mezclas de Butano y propano que están presentes en el petróleo crudo utilizado como medio de energía calorífica.

**Geo-demográfico:** Son las características o variables e las personas según su sitio de residencia es la combinación de aspectos geográficos y demográficos.

**Geo-mercadeo:** Es una técnica que utiliza aspectos geográficos de un territorio para optimizar los recursos e inversiones de las compañías.

**Lógica difusa:** Es una técnica o metodología que permite manipular o analizar información con un grado alto de imprecisión.

**Segmentación:** Es encontrar características semejantes para subdividir un grupo

### 3. INTRODUCCIÓN

Combustibles líquidos de Colombia con sede principal en Bogotá, tiene como actividad principal la comercialización de GLP, la compañía actualmente está en búsqueda de nuevas estrategias comerciales y de distribución que involucren nuevas tecnologías y lleven a una reestructuración interna de la actual metodología de comercialización desde una perspectiva geográfica .

Con el desarrollo del presente proyecto, se busca exponer la actividad comercial de CLC bajo la representación espacial de las diferentes variables que esto involucra, en búsqueda de satisfacer las necesidades planteadas por la compañía, así como la necesidad latente de generar conciencia sobre la cobertura espacial actual de la marca en la zona de estudio

El desarrollo del modelo propuesto para la implantación de la compañía en mercados nuevos, parte del reconociendo espacial de las variables geográficas y sociodemográficas que influyen directamente el comportamiento comercial de los consumidores de GLP, posteriormente se generó micro zonas de evaluación según la metodología de distribución de la compañía, a partir de la segmentación de las variables seleccionadas y apoyando la investigación en el conocimiento experto del desarrollo de la actividad, se propuso un modelo aproximado de la realidad comercial de la compañía en el que intervienen en proporciones diferentes cada variable estudiada, se logró concluir algunos patrones de consumo utilizando técnicas de lógica difusa.

Como resultado final se obtuvo un modelo susceptible a modificaciones, cambios o inclusión de nuevas variables determinantes en los comportamientos típicos de consumo y la identificación espacial de micro zonas con probabilidad comercial de tipo: Alta, media o Baja. Para la toma de decisiones comerciales sobre las mismas por parte de la compañía.



## CONTENIDO

1. RESUMEN.....	3
2. PALABRAS CLAVES.....	5
3. INTRODUCCIÓN.....	6
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
5. HIPOTESIS .....	14
6. OBJETIVO GENERAL.....	14
7. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	14
8. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE.....	15
8.1. Geo-mercadeo .....	15
8.1.1. Información estadística y cartográfica: .....	16
8.5. Modelo de Datos.....	22
8.6. Geo-database.....	23
8.7. Dataset .....	24
8.8. IDECA.....	25
8.9. DANE.....	26
8.10. Normas Técnicas .....	26
8.10.1. NTC 4611: Información Geográfica. Metadatos .....	26
8.10.2. NTC 4611: Información Geográfica. Conceptos Básicos De La Calidad De Los Datos Geográficos .....	27
8.9.3 NTC 5660: Información Geográfica. Evaluación De La Calidad. Procesos Y Medidas .....	27
8.11. Coordenadas Geográficas (WGS 84).....	28
8.12. Teoría De Lógica Difusa .....	29
9. JUSTIFICACIÓN.....	35
10. METODOLOGÍA TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	37
10.1 Escala de resolución.....	37
10.2 Recolección de la información.....	37
10.3 Modelamiento de las variables con la metodología de logica difusa.....	38
10.4 Etapa de análisis y procesamiento .....	38
10.5 Interpretación de la información .....	39
10.6 Validacion de la información .....	39
10.7 Diseño Metodológico .....	40

11	RESULTADOS ESPERADOS.....	42
12	CRONOGRAMA .....	44
13	PRESUPUESTO.....	45
14	DESARROLLO DEL PLANTEAMIENTO.....	46
14.2	Modelo Relacional .....	46
14.3	Modelo Entidad Relación .....	46
14.4	Modelo De Datos .....	47
14.4.1	Procedimiento cartográfico .....	47
14.4.2	Diccionario De Datos .....	53
14.5	Análisis De Zonas Existentes.....	60
14.5.1	Análisis De Usos En Cada Una De Las Zonas De Influencia .....	60
14.6	Lógica Difusa .....	64
14.6.1	Descripción De Las Variables De Entrada Y Salida .....	64
14.6.2	Implementación De Xfuzzy .....	66
14.6.3	Reglas Del Sistema Difuso .....	87
14.6.4	Sistema Difuso .....	88
15	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
16	BIBLIOGRAFÍA.....	96

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Cuestiones Críticas de la distribución Comercial. Fuente: GeoMarketing Research. ....	15
Ilustración 2: Elementos Constitutivos de un Sistema de Geomarketing. Fuente: Geomarketing Research. ....	16
Ilustración 3: Sistema Básico de un Sistema Mandami. Fuente: <a href="http://logicadifusional.wikispaces.com/">http://logicadifusional.wikispaces.com/</a> .....	32
Ilustración 4: Diseño Metodológico.....	40
Ilustración 5: Modelo Relacional del Modelo de datos. Fuente: Elaboración Propia. ....	46
Ilustración 6: Modelo entidad relación para el Modelo de datos. Fuente: Elaboración Propia.....	46
Ilustración 7: Modelo Cartográfico. Fuente: Elaboración Propia. ....	48
Ilustración 8: Vista del Modelo de Datos en ArcGIS. Fuente: Elaboración Propia. ....	49
Ilustración 9: Cuadrantes Bogotá. Elaboración Propia .....	49
Ilustración 10: Cuadrantes con presencia de venta. Elaboración propia .....	51
Ilustración 11: Cuadrantes donde no se encuentran puntos de venta. Elaboración Propia. ....	52
Ilustración 12: Interfaz Xfuzzy .....	67
Ilustración 13: Ventana Xedit de Xfuzzy.....	67
Ilustración 14: Estrato 1, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	71
Ilustración 15: Estrato 2, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	72
Ilustración 16: Estrato 3, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	73
Ilustración 17: Estrato 4, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	74
Ilustración 18: Estrato 5, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	75
Ilustración 19: Estrato 6, Función de Membresía Estrato Socioeconómico .....	76
Ilustración 20: Función Membresía Destinación Económica Comercial .....	77
Ilustración 21: Función Membresía Destinación Económica Dotacional .....	78
Ilustración 22: Función Membresía Destinación Económica Industrial .....	79
Ilustración 23: Función Membresía Destinación Económica Residencial.....	80
Ilustración 24: Función Personas por Manzana .....	81
Ilustración 25: Baja Densidad Personas por Manzana .....	81
Ilustración 26: Densidad Media de Personas por Manzana.....	82
Ilustración 27: Densidad Alta de Personas por Manzana.....	82
Ilustración 28: Función Viviendas por Manzana.....	83
Ilustración 29: Pocas Viviendas en la Manzana.....	83
Ilustración 30: Cantidad Media de Viviendas en la Manzana .....	84
Ilustración 31: Alta Cantidad de Viviendas por Manzana .....	84
Ilustración 32: Función de Ventas .....	85
Ilustración 33: Ventas Bajas .....	85

Ilustración 34: Ventas Medias .....	86
Ilustración 35: Ventas Altas .....	86
Ilustración 36: Ventana Reglas Sistema Difuso .....	87
Ilustración 37: Centroide en un triangulo. Fuente: wikipedia.org.....	88
Ilustración 38: Esquema Sistema Difuso. Elaboración Propia .....	88
Ilustración 39: Visualización del Sistema Difuso .....	89
Ilustración 40: Vista de la opción de Monitoreo del Sistema Difuso .....	90
Ilustración 41: Activación de Reglas por parte del monitoreo del Sistema Difuso .	91
Ilustración 42: Activación Reglas Sistema difuso. ....	92

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados Esperados .....	43
Tabla 2: Cronograma de Actividades .....	44
Tabla 3: Presupuesto .....	45
Tabla 4: Diccionario de Datos: Entidad Zona .....	53
Tabla 5: Diccionario de Datos: Entidad Manzana Catastral .....	54
Tabla 6: Diccionario Entidad Lote Catastral .....	56
Tabla 7: Diccionario Entidad Construcción .....	58
Tabla 8: Categorización Usos .....	61
Tabla 9: Variable de entrada Estrato .....	64
Tabla 10: Variable de entrada Destinación Económica .....	65
Tabla 11: Variable de entrada Personas por Manzana .....	65
Tabla 18: Variable de entrada Viviendas por Manzana .....	65
Tabla 13: Variable de salida Ventas .....	66
Tabla 14: Funciones de Membresía a usar .....	68

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La compañía Combustibles Líquidos de Colombia es una compañía dedicada a la comercialización y distribución de Gas Licuado del Petróleo (Gas L.P.) en envases de cinco hasta cuarenta y cinco kilos por medio de vehículos de una tonelada hasta tres toneladas, en las principales capitales y ciudades intermedias del país.

En el presente la compañía Combustibles Líquidos de Colombia no cuenta con un modelo o metodología eficiente que diseñe y oriente la distribución y colocación en el mercado de los diferentes productos con que cuenta, existen esfuerzos para optimizar estos recursos pero no se tiene en cuenta el componente Geo-demográfico ni social de los habitantes de un territorio; Esto repercute que en la actualidad tenemos cerca de sesenta y cinco mil envases de Gas L.P. puestos en el mercado de Bogotá y la rotación de los mismos no supera el 30%, Se carece de un análisis tanto geográfico como demográfico social y natural que nos permita ubicar óptimamente los envases de Gaz L.P. de la compañía y nos pueda llevar a una modelización del comportamiento de los consumidores en un entorno geográfico.

Por esto se hace necesario crear un modelo o metodología que nos defina los comportamientos o patrones de consumo en un espacio geográfico, las necesidades de la población en temas de consumo de Gas L.P. teniendo en cuenta y entendiendo las variables geo-demográficas, geo-económicas y sociales, nos permite llegar a modelar los territorios y ser más eficiente y eficaces a la hora de asignar recursos de la compañía; De ser así crearíamos escenarios virtuales en función de estas variables, tendríamos lineamientos y políticas establecidas dentro de la organización lo cual redundaría en un aumento de ventas e inversión eficiente de los recursos.

## **5. HIPOTESIS**

La creación de un modelo de Geo-mercadeo que relacione características geo-demográficas, geo-económicas y sociales permitirá ubicar zonas con mayor grado de consumo de Gas L.P.

## **6. OBJETIVO GENERAL**

Crear un modelo de geo-mercadeo que involucre variables de tipo demográfica, económica, social y geográfica para calcular el grado de consumo de Gas L.P. en una zona determinada utilizando la metodología de lógica difusa.

## **7. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Ubicar espacialmente los clientes de la compañía Utilizando métodos de Geo codificación.
2. Seleccionar y cuantificar las variables utilizando la metodología de Lógica Difusa
3. Crear el modelo de lógica difusa para Geo-mercadeo e inferir dichos datos a los espacios geográficos del mercado.

## 8. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

### 8.1. Geo-mercadeo

Es una tendencia del mercado geográfico; es analizar variables de oferta y demanda teniendo en cuenta los espacios donde se desarrolla dicha actividad.

Esta técnica nos permite analizar e inferencia tendencias de oferta o demanda de un nicho estratégico del negocio para así crear modelos de predicción que nos ayuden a tomar eficiente y acertadamente decisiones geo-comerciales.

<p><b>1. SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es la mejor localización para mi negocio?</li> <li>- ¿Es óptima la actual localización de mi negocio?</li> <li>- ¿De qué forma afecta al valor estratégico de la localización de mi negocio las condiciones cambiantes del mercado?</li> </ul>	<p><b>2. ESTRATEGIA MULTIUNITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuántas localizaciones debería mantener en un mercado concreto?</li> <li>- ¿Están mis negocios actuales demasiado cerca o demasiado lejos unos de otros?</li> <li>- ¿Cuál es la mejor combinación de localización de mis negocios para obtener los mayores beneficios al menor coste?</li> </ul>
<p><b>3. ESTRATEGIA DE EXPANSIÓN/RACIONALIZACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Dónde puedo encontrar nuevos mercados para mi negocio?</li> <li>- ¿Cómo puedo abastecer más eficazmente los mercados en los que se encuentra mi negocio actualmente?</li> </ul>	<p><b>4. ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Dónde están mis competidores?</li> <li>- ¿Cómo me afecta su estrategia de localización?</li> <li>- ¿Cómo puede afectarles a ellos mi estrategia de localización?</li> </ul>

**Ilustración 1: Cuestiones Críticas de la distribución Comercial. Fuente: GeoMarketing Research.**

El Geo-mercadeo podría ser definido como un sistema integrado por datos, programas informáticos de tratamiento, métodos estadísticos y representaciones gráficas destinado a producir una información útil para la toma de decisiones, a través de instrumentos que combinan la cartografía digital, gráficos y tablas (LATOURE y FLOU'CH, 2001).

En realidad, el Geo-mercadeo forma parte de la economía espacial, que se fundamenta sobre el principio general de que la distancia geográfica ejerce una verdadera influencia sobre la actividad económica.

En conclusión se puede definir el Geo-mercadeo como la disciplina que utiliza información espacial geo referenciada como instrumento para el análisis y la toma de decisiones en el ámbito comercial, con el objetivo de satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores de manera rentable para la compañía.

FIGURA 2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE GEOMARKETING

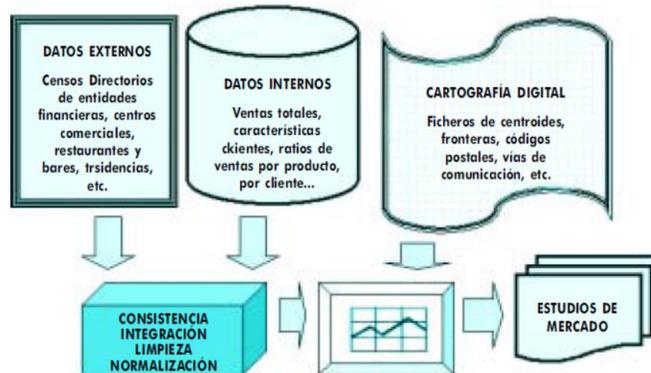


Ilustración 2: Elementos Constitutivos de un Sistema de Geomarketing. Fuente: Geomarketing Research.

### 8.1.1. Información estadística y cartográfica:

La información estadística, de carácter alfanumérico, constituye la base de todo estudio de mercado y su procedencia puede ser interna o externa. Los datos internos se encuentran en el seno de la propia empresa o institución y en muchas ocasiones se trata de grandes bases de datos que no suelen ser aprovechadas por toda la corporación por no encontrarse depuradas o difundidas convenientemente. Muchas veces, suele tratarse de una información inconsistente (no útil) por no estar codificada ni estructurada.

Además, es también fundamental contar con una cartografía digital que permita visualizar y tratar estadísticamente datos procedentes de distintas zonas geográficas en diferentes escalas o ámbitos geográficos.

### 8.1.2. Geomercadeo y SIG

El componente espacial de una base de datos facilita la visualización, consulta e interpretación de los datos alfanuméricos, compuestos por datos espaciales georeferenciados incorporados dentro de las bases de datos corporativas de la compañía. Igualmente el componente espacial, no solo es una herramienta que permite generar mapas, es una herramienta de análisis, en el cual, una de sus mayores ventajas es el desarrollo de relaciones espaciales existentes entre los elementos de un mapa como lo son los elementos alfanuméricos y espaciales.

Al poseer información georeferenciada es posible crear un modelo que realice procedimientos analíticos para derivar nueva información y para desarrollar investigaciones de los resultados del modelo, toda esta nueva información permite establecer la planeación adecuada de futuros proyectos de la compañía relacionados con expansión de su mercado para lo cual se hace necesario la utilización de la información alfanumérica y espacial que componen los mapas.

### 8.1.3. Geomercadeo y SIG

Aplicado a grandes volúmenes de información se denomina minería de datos espaciales *spatial datamining*. En este sentido, las técnicas de la geo-estadística y la econometría espacial son de vital importancia (CHASCO, 2003).

Estas herramientas han sido bautizadas con el nombre de análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) y se conciben como una disciplina dentro del más general análisis estadístico, diseñada para el tratamiento específico de los datos geográficos. El AEDE se utiliza para identificar relaciones sistemáticas entre variables, o dentro de una misma variable, cuando no existe un conocimiento claro sobre su distribución en el espacio geográfico.

#### **8.1.4. Sistema de coordenadas geográficas**

Para determinar la posición de cualquier punto en un mapa, se debe hacer inicialmente en un sistema de coordenadas geográficas que funciona como un sistema de referencia que idéntica la combinación de las líneas imaginarias que forman una cuadrícula basado en paralelos y meridianos, donde se miden dos distancias: Una que se toma desde el Ecuador y el punto deseado y otra que se toma desde el punto deseado y el meridiano cero. Estas distancias son conocidas como latitud (sur o norte) y longitud (occidente y oriente), estas coordenadas se miden en grados debido a la forma esférica de la tierra.

Por lo que un sistema de coordenadas geográfico está dado por una medida angular de medida, una meridiana base y un datum, cuyo concepto hace referencia a la definición de un origen y la orientación de la latitud y la longitud que permitirá medir las ubicaciones en la superficie de la Tierra.

Estos sistemas posibilitan la ubicación precisa de cualquier objeto, elemento o proceso en los mapas y por consiguiente permite conocer la posición real en la superficie del planeta, cuando se habla de coordenadas terrestres.

Las siguientes son algunas Normas Técnicas Colombianas utilizadas en la evaluación de la calidad de los datos espaciales que serán objeto de manipulación durante la realización de este trabajo de grado.

#### **8.2. Sistema de coordenadas proyectadas**

Un sistema de coordenadas proyectadas, es un sistema que permite identificar localizaciones y medidas de los elementos sobre la superficie del mapa en unidades lineales. Consiste en líneas que se intersectan en ángulos los cuales forman una grilla donde se especifica un origen, por medio de la utilización de ejes

coordenados X y Y, que se encuentran en unidades lineales lo que permitirá la medición de distancias.

Estos sistemas de coordenadas proyectadas se encuentran basados en un sistema de coordenadas geográfico previamente establecido bajo un esferoide o una esfera, lo que será punto de partida para la transformación de coordenadas de una superficie tridimensional a una plana por medio de una proyección matemática que permite realizar la conversión de la superficie tridimensional de la Tierra a un mapa en dos dimensiones.

Existen 4 propiedades sujetas a la distorsión espacial que son producidos por:

- Relación angular que separa un punto de otros, se conoce como proyección conforme a la ausencia de distorsiones angulares en el que se conserva la forma y suele ser utilizado en mapas de navegación y mapas meteorológicos.
- Relación de las distancias reales y las representadas en el mapa a escala: se conoce como proyección equidistante a la ausencia de distorsiones de las distancias donde se puede mantener la distancia verdadera de un punto a lo largo de los meridianos y los paralelos.
- Relación del área o las superficies geográficas: Se conoce como proyección equivalente, a la ausencia de distorsión de las áreas, donde los elementos poseen la misma superficie que en la realidad, lo que no implica conservar la forma, dado que en ninguna proyección puede mantenerse la escala constante a lo largo del mapa.
- Relación de la dirección de un punto a otros puntos: Se conoce como proyección azimutal a la ausencia de distorsión de la dirección, aunque no se conservan los ángulos más las distancias si son proporcionales a las reales. La distorsión va aumentando a medida que se aleja del centro de la proyección.

### **8.3. Componente Espacial y Geo-mercadeo**

La componente espacial de una base de datos nos facilita la visualización, consulta e interpretación de los datos alfanuméricos, compuestos por datos geo-referenciados a un sistema de referencia a veces incorporados dentro de las mismas bases de datos corporativas de la compañía.

Igualmente la componente espacial no solo es una herramienta que permite generar mapas, es una herramienta de análisis, en el cual, una de sus mayores ventajas es la realización de relaciones espaciales existentes entre los elementos de un mapa como lo son los elementos alfanuméricos y espaciales. Incluso es posible generar nueva información según los cálculos de los elementos representados en él.

Al poseer información geo-referenciada es posible crear un modelo que realice procedimientos analíticos para derivar nueva información y para desarrollar investigaciones de los resultados del modelo.

Al emprender investigaciones de geo-mercadeo la componente espacial es de vital importancia para la realización de análisis que pueden aportar los diversos datos alfanuméricos o variables intrínsecas de los datos obtenidos al momento de realizar el respectivo estudio de mercado potencial donde se incluyen preguntas como ¿Dónde se encuentran mis clientes? ¿Quién es el cliente tipo? ¿Dónde se localizan las zonas de expansión de la empresa?, entre otras.

De la misma manera, por medio de datos geo-referenciados es posible interrelacionar información alfanumérica procedente de otras fuentes (clientes, mercados, población, estrato, etc.), también es posible superponer diferentes capas de información como por ejemplo la malla vial, la geo-codificación por medio

de información geográfica base, información vial de la zona de estudio que permiten llevar a cabo una gran cantidad de análisis.

Por medio de la utilización de software especializado se reduce en gran medida la labor al manejar una gran cantidad de datos tanto alfanuméricos como geográficos. Ya que es necesario no solo saber quiénes son los clientes y la competencia, sino también donde estos se encuentran, así como, la ubicación de la propia empresa sus bodegas sus distribuidores etc.

#### **8.4. Métodos de Representación**

##### **Asociación o Dependencia Espacial**

La asociación espacial consiste en la coincidencia de valores (altos/bajos) de una variable en lugares determinados del espacio geográfico. Esta característica también es conocida técnicamente como dependencia o auto correlación espacial.

Una de las técnicas más conocidas corresponde al diagrama de dispersión de Moran. Se trata de un diagrama de dispersión que representa en el eje X la variable previamente estandarizada y en el eje Y se representa la variable espacialmente retardada de dicha variable estandarizada.

Este diagrama permite distinguir dos signos propios del fenómeno de la asociación espacial: la asociación espacial positiva y negativa. El fenómeno de asociación positiva se presenta en aquellas observaciones en las que una variable adopta valores altos/bajos que, al mismo tiempo, se encuentran rodeadas de observaciones con valores altos/bajos en dicha variable. Es decir, una coincidencia de valores de una variable en una zona determinada del espacio geográfico. Por otra parte, la asociación negativa consiste en la coincidencia negativa, en una zona, de valores altos de una variable rodeados por valores bajos de la misma, y viceversa.

### Concentración Espacial: Zonas Calientes/Frías

Este fenómeno de concentración espacial sucede cuando se produce una concentración de valores extremos de una variable en torno a una o varias unidades territoriales cercanas en el espacio. Estas zonas de concentración de valores extremos de una variable también es conocido como zonas calientes/frías, según se trate de una concentración de valores altos/bajos de una variable respectivamente. También se conoce con el nombre de agrupamientos “clúster” espaciales.

### 8.5. Modelo de Datos

Es una representación abstracta de los datos de una organización y las relaciones que existen entre ellos. Un modelo de datos describe una organización. Su propósito es, por una parte, representar los datos, y por otra ser comprensible para el usuario común.

Conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir y manipular los datos de la zona de un cierto mundo real que deseamos almacenar en la base de datos. De Miguel et al. (1999).

Existen diversas fases del diseño de un modelo de datos como lo son:

- **Fase Inicial:** Análisis de requisitos. Descripción de la información a gestionar y sus procesos.
- **Diseño Conceptual:** Traducción del análisis de requisitos al esquema conceptual. Representación generalmente grafica de las entidades y sus relaciones.
  - Modelo Entidad Relación.
  - Diagrama de casos, diagramas de colaboración, de secuencia, etc.

- **Implantación en el gestor:**

- Diseño Lógico: Traducción del modelo conceptual al gestor correspondiente.
- Diseño Físico: Determina la organización de archivos y las estructuras de almacenamiento interno.

### **8.6. Geo-database**

La Geo-database es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos.

Permite almacenar numerosos tipos de datos: Vectorial, raster, CAD, Tablas, topología, información calibrada, etc.

Cuando reside en un sistema gestor de base de datos, permite aprovechar todo el potencial de las herramientas de estos sistemas, y completa la funcionalidad presente en la base de datos con funciones necesarias para el tratamiento de la información espacial.

El modelo de la Geo-database permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, lo que facilita la generación de una visión más completa de la realidad.

El modelo de datos de la Geo-database es escalable, y en función de las necesidades de cada organización, es posible diferenciar entre:

- Geo-database basada en ficheros.
- Geo-database personal.
- Geo-database Corporativa.

La Geo-database incluye numerosos beneficios respecto a otros modelos de datos:

- **Gestión de Datos Centralizada**

Dado que todos los datos de una Geo-database son almacenados directamente en sistemas gestores de bases de datos comerciales o en sistemas de ficheros, éstos constituyen un repositorio común y centralizado para todos los datos geográficos de una organización.

- **Edición multiusuario**

A través del mecanismo de versiones que se implementa sobre el Sistema Gestor de Bases de Datos. Es posible realizar tareas de edición multiusuario.

- **Implementación de comportamiento**

La implementación de comportamiento en los elementos geográficos incluidos en la geo-database, permite trabajar con elementos más intuitivos, ya que la definición de su comportamiento les hace más cercanos a la realidad.

- **Acceso a Geo-databases**

El acceso a la Geo-database puede realizarse a través de los menús estándares de ArcCatalog, ArcMap y ArcToolbox. Los programadores pueden asimismo emplear los APIs (ArcObjects, OLE DB y SQL) incluidos con el software.

### **8.7. Dataset**

Dentro de una Geo-database se pueden crear conjuntos de elementos donde se almacenen grupos de datos correspondientes a un mismo tema. Este grupo de datos se conoce como Dataset, los cuales pueden almacenar tanto información

vectorial (Feature Dataset) como raster (Raster Dataset ó Raster Catalog). La finalidad principal, es la de almacenar la información de una forma ordenada, por su tipología y por la temática que alberga. Teniendo en cuenta que los Sistemas de Información Geográfica, manejan gran cantidad de información y generan a su vez, mucha información, resultado de los análisis que vamos efectuando.

A grandes rasgos, los Feature Dataset, le permitirán recoger la información vectorial de archivos tipo punto, línea o polígono, como hasta ahora venía haciendo con los shapes (será el más común a utilizar). El Raster Dataset, le permitirá recoger información de archivos tipo raster, como imágenes \*.jpg, \*.bmp, orto fotos y archivos raster creados por el ArcGIS. El Raster Catalog, le permitirá recoger información raster como si fuera una compilación de imágenes en una carpeta.

### **8.8. IDECA**

La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA, se define como el conjunto de datos, estándares, políticas, tecnologías y acuerdos institucionales, que de forma integrada y sostenida, facilitan la producción, disponibilidad y acceso a la información geográfica del Distrito Capital, con el fin de apoyar su desarrollo social, económico y ambiental.

IDECA produce información confiable, oportuna y al alcance de cualquier persona, los productos generados son altamente competitivos, y satisfacen las necesidades o requerimientos de los usuarios. Además fortalece las capacidades de producción y difusión de los datos y servicios geográficos.

Los usuarios pueden utilizar información geográfica oficial del Distrito para aplicaciones y necesidades de cualquier índole.

En articulación con la Infraestructura Colombia de Datos Espaciales – ICDE, se busca que la información geográfica en el Distrito se construya, se conozca, se comparta, se reutilice y sirva como insumo para generar valor agregado en beneficio de la comunidad, con reglas de juego claras, pertinentes y unas condiciones técnicas orientadas a la calidad.

## **8.9. DANE**

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia.

Pertenece a la rama ejecutiva del estado colombiano, y tiene cerca de 60 años de experiencia. La entidad cumple con los más altos estándares de calidad y ofrece al país y al mundo más de 70 investigaciones de todos los sectores de la economía, industria, población, sector agropecuario y calidad de vida, entre otras.

Toda esta labor, sumada a la aplicación de modernas tecnologías de captura, procesamiento y difusión, así como la calidad humana de todos los que participan en el proceso de la organización, permiten al DANE fortalecer el conocimiento, la confianza y la cultura estadística de los colombianos, reafirmando su condición de rector de las estadísticas en el país.

## **8.10. Normas Técnicas**

### **8.10.1. NTC 4611: Información Geográfica. Metadatos**

Esta norma define el esquema requerido para describir la información geográfica análoga y digital. Proporciona información acerca de identificación, extensión, calidad, esquema espacial y temporal, referencia espacial y distribución, para un conjunto cualquiera de datos geográficos.

Esta norma es aplicable a todas las formas de datos geográficos, sean ellos conjuntos de datos geográficos, series de datos, objetos ó atributos geográficos individuales.

#### **8.10.2. NTC 4611: Información Geográfica. Conceptos Básicos De La Calidad De Los Datos Geográficos**

Esta norma proporciona los conceptos básicos para describir la calidad de los datos geográficos disponibles en formato digital y análogo; presenta un modelo conceptual que facilita el manejo de la información sobre la calidad de dichos datos geográficos.

Esta norma establece los elementos, subelementos y descriptores de la calidad utilizados por los productores para determinar si un conjunto de datos cumple la función de representar un universo abstracto de conformidad con las especificaciones del producto. Igualmente, los usuarios pueden usar los requisitos de esta norma para establecer si un conjunto de datos cumple o no con la calidad para una aplicación específica.

#### **8.9.3 NTC 5660: Información Geográfica. Evaluación De La Calidad. Procesos Y Medidas**

Esta norma establece los parámetros y procesos necesarios para evaluar la calidad de la información geográfica, con el fin de determinar el grado en que los datos cumplen con los requisitos establecidos en la especificación técnica del producto y que sirvan de base para su perfeccionamiento y esta armonizada con la NTC 5043.

### **8.11. Coordenadas Geográficas (WGS 84)**

El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

El Sistema Geodésico Mundial es un estándar para su uso en la cartografía, geodesia y navegación. Cuenta con un estándar de coordenadas de la Tierra, un estándar de referencia de la superficie esférica (el dato o elipsoide de referencia) para los datos de altitud primas, y una superficie equipotencial gravitacional (el geoide) que define el nivel del mar nominal. El origen de coordenadas de WGS 84 está destinado a ser ubicado en el centro de la masa de la Tierra, se cree que el error es menos de 2 cm.

#### **Parámetros**

El sistema de referencia WGS84 es un sistema global geocéntrico, definido por los parámetros:

- Origen: Centro de masa de la Tierra
- Sistemas de ejes coordenados:
  - Eje Z: dirección del polo de referencia del IERS \_ The International Earth Rotation Service
  - Eje X: intersección del meridiano origen definido en 1984 por el BIH y el plano del Ecuador (incertidumbre de 0.005”).
  - Eje Y: eje perpendicular a los dos anteriores y coincidentes en el origen.
- Elipsoide WGS84: elipsoide de revolución definido por los parámetros:
- Semieje mayor (a) = 6 378 137 m
- Semieje menor (b) = 6 356 752.3142 m

- Achatamiento f: 1/298,257223563
- Constante de Gravitación Terrestre
- $GM = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
- Velocidad angular:  $\omega = 7,292115 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$
- Coeficiente de forma dinámica:  $J_2 = -484,16685 \times 10^{-6}$

### 8.12. Teoría De Lógica Difusa

La técnica de lógica difusa es una herramienta que permite analizar y manipular información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. (López, 2001).

“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 como una persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas. Una de las ventajas de la lógica difusa es la posibilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos”. (López, 2001).

En la actualidad sea aplicado la técnica de Logia difusa en varios campos control de sistemas, optimización de horarios sistemas de información y conocimiento, con esta investigación se pretende integrar esta técnica en el área de Geomercadeo ya que los datos que se utilizan provenientes de las variables geográficas conocidas son imprecisos y de alguna manera hay que clasificarlos para poder analizarlos y aprovecharlos ya que intrínsecamente tenemos información que hasta el momento ha sido desconocida o no cuantificada pero que a partir de Lógica difusa comenzaremos a conocer.

**Representación de la información imprecisa:** Para esto lo que propone es el empleo de la Teoría de conjuntos difusos. Así como describir la experiencia de los sistemas complejos en sus relaciones entrada y salida mediante proposiciones

condicionales del tipo Si Entonces (Ejemplo: Si la presión es muy alta Entonces vaciamos el recipiente) de manera que las variables de entrada y las variables de salida quedan ligadas (Gonzales, 2011).

**Inferencia sobre información imprecisa:** Ahora se necesita una forma de combinar esta información para obtener nuevos hechos. Entonces se establece la necesidad de un método de inferencia generalizado e introduce lo que se conoce como Regla Composicional de Inferencia. (Gonzales, 2011).

Zadeh propone en 1965 por primera vez la noción de Conjunto Difuso Este hecho marca el principio de una nueva teoría denominada Teoría de Conjuntos Difusos. Los conceptos se asocian a conjuntos difusos (asociando los valores de pertenencia) en un proceso llamado fusificación. Una vez que tenemos los valores fusificados podemos trabajar con reglas lingüísticas y obtener una salida, que podrá seguir siendo difusa o defusificada para obtener un valor discreto crisp.

Bart Koskov en su libro “Pensamiento Borroso” (1992) plantea una manera más sencilla de mostrar a las personas que es un conjunto borroso: (...) ¿Cuántos varones hay? Levantad la mano. Los varones la levantan y las mujeres no. De esta manera se tiene un conjunto, que no es borroso, El A o no A de Aristóteles sigue valiendo. ¿Cuántas mujeres hay? Levantad la mano. Ocurre lo contrario, y de nuevo el público se divide en dos conjuntos blancos o negros, varones y no varones o mujeres y no mujeres. Entonces viene la pregunta más complicada: ¿Cuántos estáis satisfechos con vuestro trabajo? Las manos se mueven arriba y abajo, y en seguida se quedan quietas, el codo de la mayoría doblado. Unos cuantos que están seguros extienden bien rectos los brazos o no los levantan en absoluto, pero la mayor parte hacen algo intermedio, De esta manera se define un conjunto borroso”. Koskov.

Esto lleva a pensar en la necesidad de comprender totalmente este tipo de lógica y las filosofías y religiones orientales para tratar de llevar a buen puerto los diálogos interreligiosos que se realizan. Al fin y al cabo, Santo Tomás de Aquino tuvo que comprender plenamente a Aristóteles para “encajar” su filosofía en el cristianismo y hacer una síntesis; un cristiano debería entender plenamente el budismo -por ejemplo- si quiere tratar de llegar a integrarlo en él (teniendo en cuenta las distancias y diferencias de nivel -cualitativas y cuantitativas- que hay entre una “filosofía” -como es la aristotélica- y una “religión” -como es el budismo-).

No es sencillo; pero como rotundamente afirma el propio Bart Koskov, *cuanto más de cerca se mira un problema en el mundo real, tanto más borrosa se vuelve su solución.*

Ebrahim Mandami propone en 1981 los sistemas de inferencia de tipo difuso, que fueron los sistemas pioneros en la práctica, al ser probados como un aproximado universal de funciones, que constituyeron el mejor procedimiento para la manipulación de las variables de alta incertidumbre así como las percepciones humanas.

El sistema básico de un sistema de Mandami de lógica difusa es:

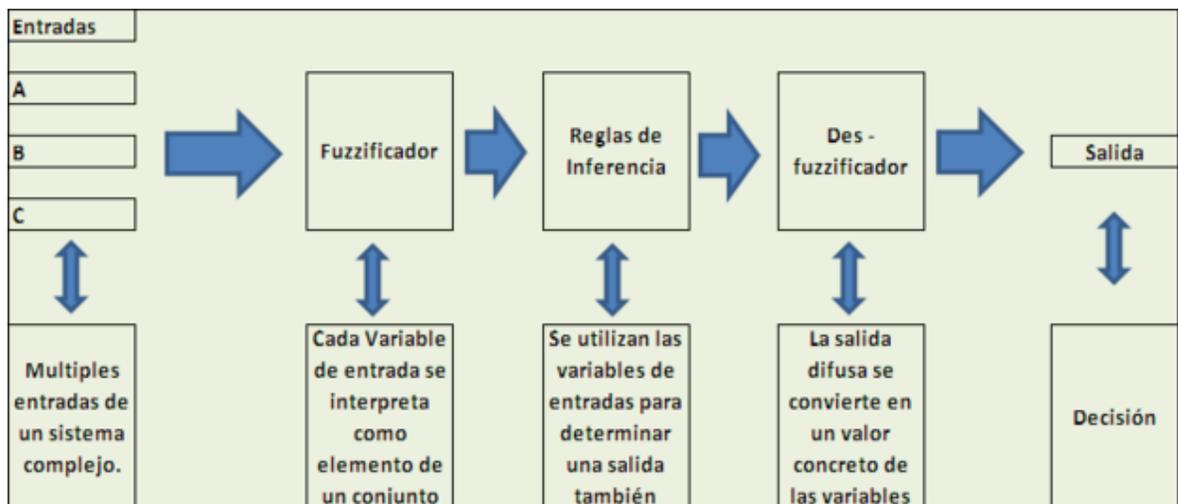


Ilustración 3: Sistema Básico de un Sistema Mandami. Fuente: <http://logicadifusa-unal.wikispaces.com/>

De acuerdo a la imagen, los posibles estados observables de las variables de control son las entradas. La complejidad de estas hace que implantemos un sistema de conjuntos difusos sobre todos estos estados, en otras palabras se deben expresar en términos de la función de pertenencia. Esto se da en el “Fuzzificador”. Posteriormente se utilizan las reglas de inferencia para transformar todas las entradas difusas en un solo conjunto difuso que debe ser descifrado. La des-fusificación es el último paso sobre el conjunto difuso de salida sobre el cual se da un valor concreto para la toma de decisiones.

En el sistema de lógica difusa que propuso Mandami encontramos un *difusor* (entradas), un *motor de inferencia* (Fuzzificador) que empleará la información contenida en la *Base de reglas* (reglas de inferencia) que producirán un grupo de conjuntos difusos que posteriormente serán tomados por el *Concesor* (defuzzificador) para así producir unas salidas concretas.

- **Difusor:** El bloque difusor recibe las entradas concretas que llegan al Sistema de Lógica Difusa, y produce un Conjunto Difuso por cada una de ellas. Cada conjunto difuso producido por este bloque está definido sobre el

Universo de Discurso de la variable lingüística respectiva, está centrado en el valor concreto de entrada, y tiene una función de pertenencia cuya forma puede ser distinta para cada variable de entrada.

- **Base de reglas:** Representa el conjunto de  $m$  reglas cada una de la forma:

$$\begin{aligned}
 & \text{IF (entrada 1 es etiqueta } e_{i1} \text{ AND ... AND entrada } p \text{ es etiqueta } e_{ip} \text{ )} \\
 & \text{THEN (salida 1 es etiqueta } f_{i1} \text{ AND ... AND salida } q \text{ es etiqueta } f_{iq} \text{ )}
 \end{aligned}$$

En donde  $i$  es el número de la regla,  $e_{ik}$  es una de las etiquetas definidas en la variable lingüística de la entrada, y  $f_{ik}$  es una de las etiquetas definidas en la variable lingüística de la salida.

- **Motor de Inferencia:** El Motor de Inferencia recibe los conjuntos difusos producidos por el Difusor, y los aplica a cada una de las  $m$  reglas de la Base de Reglas, para producir Conjuntos Difusos (un conjunto difuso por cada variable de salida en cada una de las reglas) definidos sobre los Universos de Discurso de la Variables Lingüísticas de salida.
- **Concesor:** El bloque de concreción recibe los conjuntos difusos generados por el motor de Inferencia, y produce valores concretos correspondientes a cada una de las variables de salida del Sistema de Lógica Difusa.

De este modo, a diferencia de la teoría clásica de conjuntos que se basa en el principio básico de la lógica de forma que un individuo pertenece o no pertenece a un conjunto, la idea básica de un conjunto difuso es que un elemento forma parte de un conjunto con un determinado grado de pertenencia. De este modo una proposición no es totalmente (sino parcialmente) cierta o falsa. Este grado se expresa mediante un entero en el intervalo  $[0; 1]$ .

En el ámbito internacional se han utilizado estas técnicas de análisis y manipulación con lógica difusa en la valoración comercial de inmuebles para distintos tipos de compradores en función de una serie de parámetros inmobiliarios, como podrían ser la tasación de la compra económica del inmueble, el tipo de inmueble, su localización, la orientación o la luminosidad del mismo (Fernández Agüero, 2008), Como observamos en esta metodología la tecnología de lógica difusa ayuda a comprender ampliamente características espaciales lo cual apoya la idea de investigación de este proyecto que es de crear modelos con variables geográficas para crear escenarios de consumo de Gas L.P.

## 9. JUSTIFICACIÓN

Es evidente que el Geo-mercadeo es una disciplina que está en constante evolución por sus múltiples aplicaciones, gracias a las grandes innovaciones tecnológicas en el campo de la geografía y la informática, relacionándose directa e inevitable con variables y constantes geográficas.

Los avances en estrategias de mercado, y las situaciones de competencia latente, obligan a las organizaciones en crecimiento a buscar formas para conquistar el mercado, a conocer detalladamente las zonas donde se desarrolla la actividad, para lo cual es necesario conocer las características geográficas de la zona de influencia de la compañía y las características geo-demográficas de la población consumidora.

El componente geográfico es un instrumento utilizado en las actuales tendencias de geo-mercadeo, como medios para lograr análisis y toma de decisiones en el ámbito comercial, buscando satisfacer necesidades de los consumidores finales de la manera más beneficiosa y conveniente posible para la compañía por medio de la sistematización adecuada de bases de datos con contenido espacial potencializando eficientemente los usos de esta.

Para Combustible Líquidos De Colombia (C.L.C.) es indispensable replantear las estrategias de mercado como medio de participación activa en el negocio la implementación de nuevas estrategias lograra consolidar y afianzar consumidores finales adquiriendo así fidelidad a la marca además de conquistar nuevas áreas de cobertura en el mercado, lo que mejorara la situación actual de la compañía, el análisis y modelización de los espacio geográficos comerciales representa estabilidad presencia y cobertura del suministro para los consumidores finales satisfaciendo así la necesidad básica que desde un inicio fue el eje principal del desarrollo de la actividad. Lograr un total conocimiento y análisis sobre las variables que influyen o no en la comercialización garantiza el completo progreso

de la actividad resultando en un eficiente control geográfico de la zona de influencia para posteriores estimaciones y evaluaciones de variables espaciales.

## **10. METODOLOGÍA TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

En la presente investigación se utilizarán las técnicas de la lógica difusa para el manejo procesamiento análisis y modelamiento de información espacial de variables geo demograficas economicas y sociales que describen territorios con características diferentes para así lograr un conocimiento previo de una zona lo que se traduce en geo-mercadeo o mercadeo por micro zonas.

Para lograr el desarrollo del trabajo se empleará información secundaria que estará sometida a un exhaustivo procesamiento y análisis con el propósito de lograr resultados confiables que puedan dar fundamento a la caracterización geográfica de las Micro zonas o Zonas Comerciales; También se recolectará información en las diferentes zonas o microzonas de mercado.

### **10.1 Escala de resolución.**

Debido a la necesidad de estudiar variables o constantes detalladas se utilizará una escala de resolución 1:5.000, suficiente para diferenciar los valores que toman las diferentes variables a analizar que garantizan una buena lectura y análisis espacial.

### **10.2 Recolección de la información.**

La información que se utilizará tanto espacial como atributiva es muy variada y está distribuida en bases de datos de la compañía como en varias entidades gubernamentales. Esta es el resultado de estudios y/o trabajos realizados por personas o instituciones de diferente naturaleza. La recolección de esta

información requerirá la consulta bibliográfica de entidades estatales o privadas como: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), DANE, Planeación Bogotá y Bibliotecas de diferentes Universidades, y algunas organizaciones no gubernamentales y privadas.

### **10.3 Modelamiento de las variables con la metodología de lógica difusa.**

En esta etapa se selecciona la información que se va a ingresar en el sistema, se modela, se estructura y se escoge el software a utilizar teniendo en cuenta las características de procesamiento y modelamiento espacial. Una vez se tenga la información disponible se pasa a un proceso de edición de la información mediante ajustes espaciales mediante (Información vectorial e imágenes de satélite disponibles), digitación y estructuración de toda las capas de información. Se tiene planificado manejar información en formatos , gdb, shp, jpge, giff, tif, dbf, entre otros.

### **10.4 Etapa de análisis y procesamiento**

Esta etapa es la más importante del proyecto por que con base en la información de entrada se obtendrán modelos para la respuesta a los objetivos de la investigación.

## **10.5 Interpretación de la información**

El procesamiento de los datos de nuestro modelo se hará principalmente mediante la utilización de tecnologías de la Información Geográfica. Estas herramientas permitirán analizar las variables y características espaciales que forman parte de la zona de mercado. A partir de la información conseguida, se elaborarán tablas y mapas que facilitaran la interpretación del área de estudio.

## **10.6 Validación de la información**

Al final de la creación del modelo de estrategia comercial fundamentado en el geomercadeo aplicando herramientas de lógica difusa se validará los diferentes escenarios geográficos con pruebas de campo para así retroalimentar los valores de variables y ajustar nuestra metodología en función de conseguir patrones de datos que se ajusten a la realidad.

## 10.7 Diseño Metodológico



Ilustración 4: Diseño Metodológico

### 10.7.1 Bases de Datos

La información que se utilizará tanto espacial como atributiva es muy variada y está distribuida en bases de datos de la compañía como en varias entidades gubernamentales. Esta es el resultado de estudios y/o trabajos realizados por personas o instituciones de diferente naturaleza. La recolección de esta información requerirá la consulta bibliográfica de entidades estatales o privadas como: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), DANE, Planeación Bogotá y Bibliotecas de diferentes Universidades, y algunas organizaciones no gubernamentales y privadas.

Es necesario recolectar información de las siguientes variables para la generación de los procesos: Viviendas por manzana, personas por manzana, estrato socioeconómico, servicios públicos básicos y complementarios, vías de acceso, barrios e información implícita en el estudio.

#### 10.7.2 Análisis de la Información y Selección y estandarización de variables:

En esta etapa una vez seleccionada la información con la que se desea trabajar, se sistematiza y estandariza en el sistema de información seleccionado para realizar los análisis de información geográfica y se modela, se estructura dicha información. Una vez se obtenga el modelo relacional de la información espacial se procede a crear el modelo de datos que contendrá la información previamente estandarizada con el que se trabajará.

#### 10.7.3 Selección de metodología de Lógica Difusa

Se elegirá el modelo de lógica difusa más conveniente a las variables a utilizar y a partir de ello se generan las diversas reglas y funciones de membresía que debe cumplir el sistema borroso para dar solución a la pregunta de investigación y validar la hipótesis previamente formulada. Posteriormente se aplicara el modelo de lógica difusa que nos permitirá ajustar el proyecto de acuerdo a los objetivos de geo-mercadeo, esta aplicación requiere de:

- La fusificación de las variables.
- La generación de funciones de membresía y reglas para la ejecución del sistema difuso
- La defusificación de las variables
- Simulación de resultados por medio de valores de prueba
- Validación de los resultados por medio de un software adecuado
- Comparación de resultados con otros sistemas de lógica difusa
- Validación y aprobación del modelo.

#### 10.7.4 Resultados

En esta etapa se generará la especialización de los resultados obtenidos durante la aplicación del modelo de lógica difusa por medio de la relación de las diversas

variables socioeconómicas, demográficas y sociales estandarizadas en la primera etapa de esta metodología.

Deben seleccionarse las mejores zonas en la ciudad de Bogotá que presenten un mayor grado de venta de gas GLP según los resultados obtenidos en la validación de los resultados que arroja el sistema de lógica difusa, para corroborar los resultados se realizará una visita a la zona donde se realizaran pruebas y testeos de campo.

10.7.5 Validación de la información: Al final de la creación del modelo de estrategia comercial fundamentado en el geo-mercadeo aplicando herramientas de lógica difusa se validaran los diferentes escenarios geográficos con pruebas de campo para así retroalimentar los valores de variables y ajustar nuestra metodología en función de conseguir patrones de datos que se ajusten a la realidad. De igual manera se obtendrá un mapa final de las zonas geo-comerciales con mayor potencial de venta de GLP.

## **11 RESULTADOS ESPERADOS**

Se espera obtener el modelo para geo-mercadeo donde se involucren variables económicas geo-demográficas y sociales que calcule el grado potencial de consumo de Gas L.P. en una zona o territorio segmentado.

También a su vez se busca ser un modelo que apoye o refute estrategias comerciales para la compañía Combustibles Líquidos de Colombia en su afán de ser una empresa eficiente en la asignación de recursos en los diferentes territorios comerciales.

**Tabla 1: Resultados Esperados**

<b>Objetivo No.</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Mes de Obtención</b>
<b>1</b>	Especialización de la información comercial	Geo-codificación	Número de registros geocodificados	3
<b>2</b>	Selección de las variables a tener en cuenta y su parametrización	Numero de variables seleccionadas	Total de variables Seleccionadas y estandarizadas	7
<b>3</b>	Creación del modelo de lógica difusa	Selección de modelo	Total de modelos verificados	10

## 12 CRONOGRAMA

Tabla 2: Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	MESES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
Recolección de la información	X	X																		
Modelamiento de las variables con la metodología de logica difusa			X	X																
Tratamiento y edición de capas					X	X														
Etapas de análisis y procesamiento							X													
Interpretación de la información								X	X											
Validación de la información										X										
Ajustes al modelo											X									
Documentación del modelo												X								

## 13 PRESUPUESTO

**Tabla 3: Presupuesto**

Ítem	Unid ad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total	Aporte		
					Personal	U. M.	Otro
<b>Recolección información</b>	día	30	10000	300000			
<b>Validación Campo</b>	día	30	15000	450000			
<b>Asesoría</b>	Hora	20	100000	2000000		2000000	
<b>Equipos</b>		1	800000	800000			
<b>Subtotal</b>			925000	3550000			
<b>Imprevistos</b>							
<b>Total</b>						2000000	

# 14 DESARROLLO DEL PLANTEAMIENTO

## 14.2 Modelo Relacional

Modelo Relacional

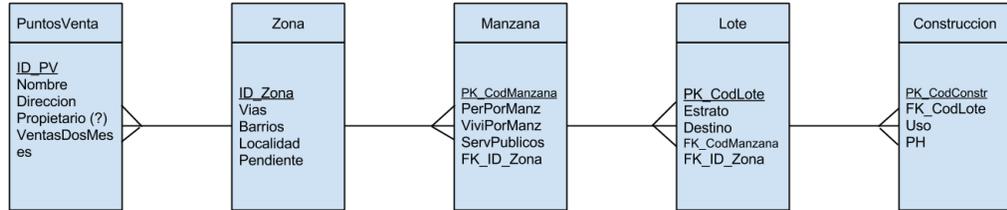


Ilustración 5: Modelo Relacional del Modelo de datos. Fuente: Elaboración Propia.

## 14.3 Modelo Entidad Relación

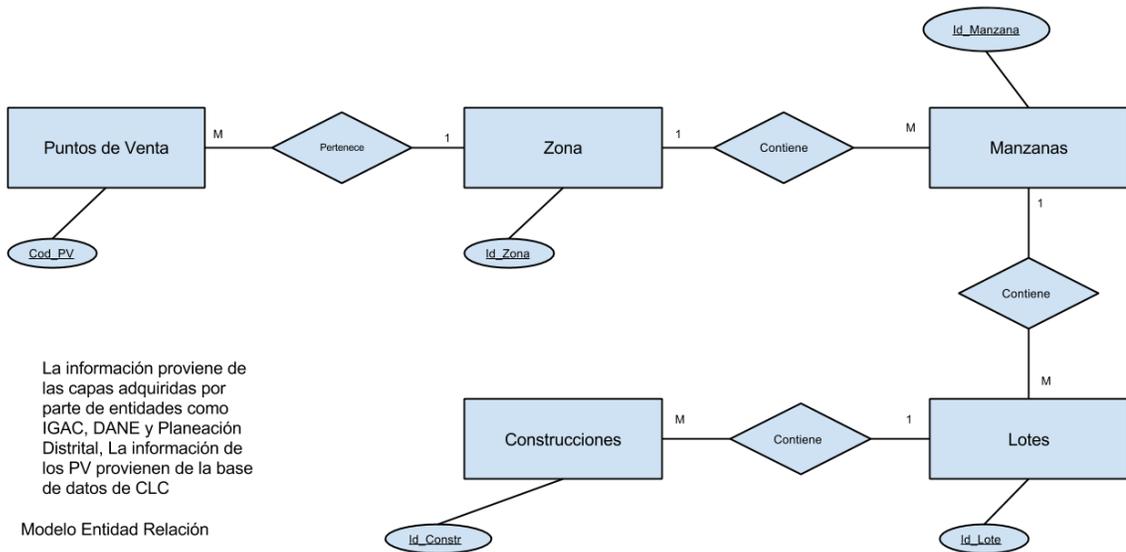


Ilustración 6: Modelo entidad relación para el Modelo de datos. Fuente: Elaboración Propia

## 14.4 Modelo De Datos

### 14.4.1 Procedimiento cartográfico

Por medio de la utilización de la información suministrada por el DANE y el IDECA, se procede a obtener los atributos y elementos espaciales que permitirán el desarrollo de la parte correspondiente a los métodos de Lógica Difusa.

En primer lugar encontramos una información original que posee una proyección geográfica WGS 84 que se encuentra dividida de la siguiente manera según los atributos que son necesarios para la continuación del proyecto

**Información del DANE:** esta información nos muestra la distribución de las personas y viviendas que se encuentran en cada una de las manzanas de la ciudad.

**Información del IDECA:** esta información que se encuentra disponible en la nube nos muestra por medio de diferentes niveles de especificación información relacionada con el estrato socioeconómico y el uso que poseen los inmuebles al momento de la generación de dicha información.

Para obtener la información necesaria se intersecó la capa de Manzanas suministrada por el DANE (que contiene datos de personas y viviendas por manzana) con la capa de Lotes suministrada por IDECA (que contiene información relacionada con el estrato socioeconómico y el uso que se posee)

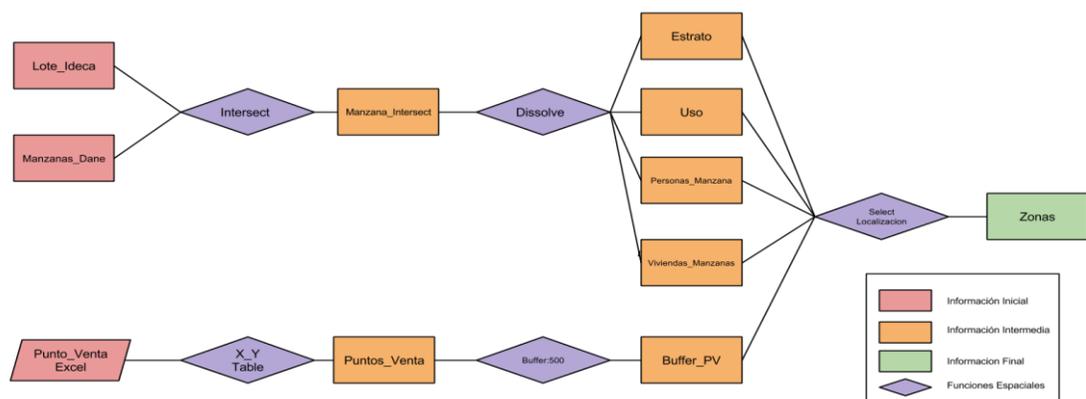
Posteriormente de la capa resultante se empezó a descartar información innecesaria para el proyecto por medio de la utilización de una herramienta llamada Dissolve, donde se extrae únicamente el atributo solicitado generalizando la información.

De esta forma se obtuvo parte de la información determinada en el modelo de datos como lo es:

- Estrato socioeconómico
- Uso
- Personas por manzana
- Viviendas por manzana

Por otra parte fue necesaria la importación de información de los puntos de venta de CLC presentes en la ciudad de Bogotá.

Esta información fue filtrada descartándose puntos de venta que no se encontraran geo-referenciados, que tuvieran una fecha de apertura reciente, es decir, entre el 15 de mayo del 2014 a la fecha actual ya que no presentan una frecuencia adecuada de recarga y venta de cilindros GLP.

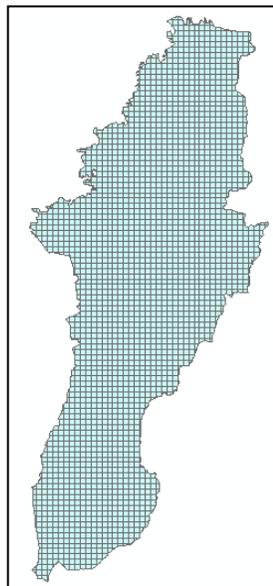


**Ilustración 7: Modelo Cartográfico. Fuente: Elaboración Propia.**



**Ilustración 8: Vista del Modelo de Datos en ArcGIS. Fuente: Elaboración Propia.**

En primer lugar se posee una capa de cuadrantes de la ciudad de Bogotá. Estos cuadrantes tienen un área total de 36 hectáreas, y en ellos se introducirán las diferentes variables necesarias para la simulación del sistema de lógica difusa.



**Ilustración 9: Cuadrantes Bogotá. Elaboración Propia**

Por medio de una intersección entre las capas se transfiere la información de la cantidad de viviendas y personas por manzana, los estratos, la destinación económica y la cantidad de ventas en promedio que realizaron los puntos de venta en los últimos 3 meses. La información se manejará en hectáreas donde los estratos y la destinación económica representará una proporción del total de las hectáreas que tiene cada uno de los cuadrantes, vale aclarar que parte de la información que se encontrará en los cuadrantes corresponde a espacio público lo que impedirá que los estratos o los usos ostenten gran parte del total del área de los cuadrantes.

Luego de la realización del anterior paso se obtuvieron 313 cuadrantes con presencia de puntos de venta que vendieron al menos un cilindro durante cada uno de los meses de Abril, Mayo y Junio. Igualmente cada uno de estos cuadrantes tiene un área de cada uno de los estratos y los usos y una sumatoria de la cantidad de personas y viviendas por manzanas presentes dentro de los cuadrantes. Ver anexo 1.

La representación gráfica de los cuadrantes con puntos de venta y su promedio de venta en cilindros vendidos puede verse en la siguiente ilustración:

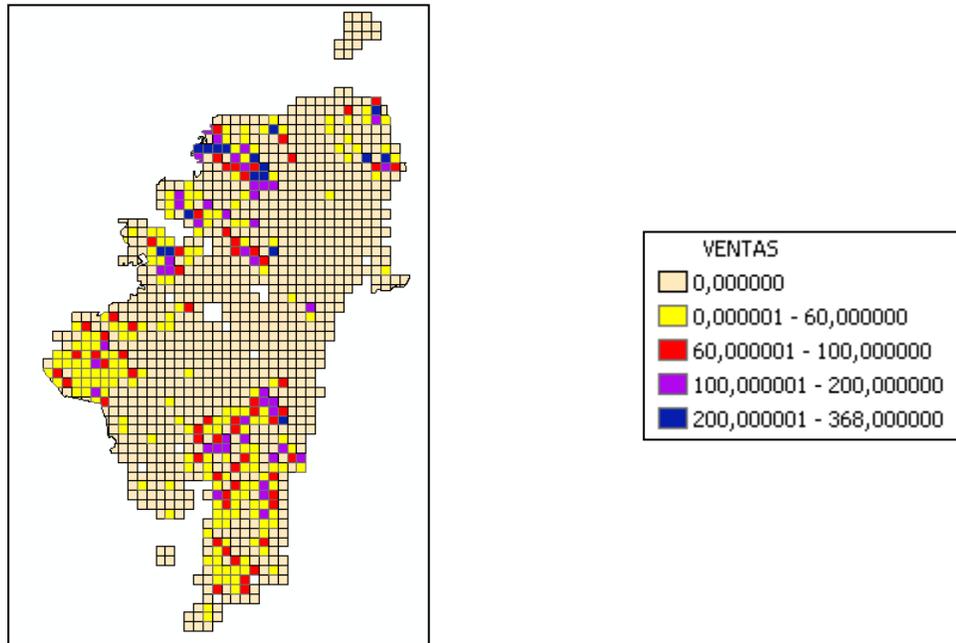
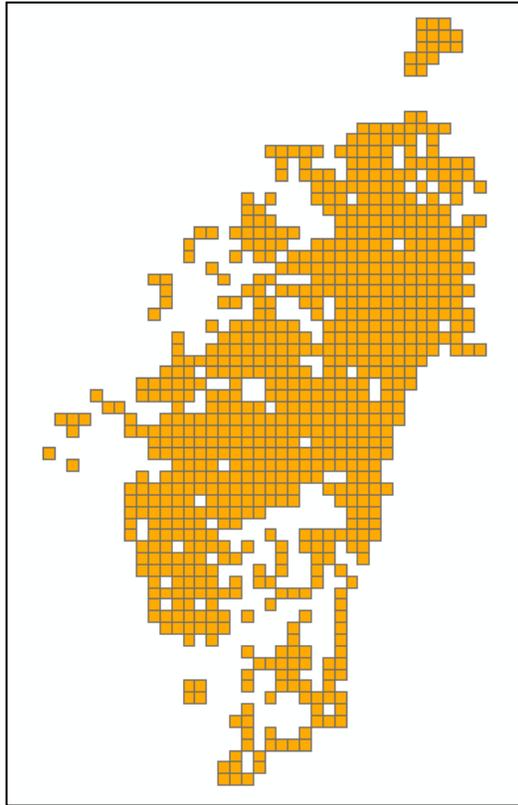


Ilustración 10: Cuadrantes con presencia de venta. Elaboración propia

En base a los cuadrantes obtenidos se realiza todo el proceso de Lógica Difusa que permitirá analizar cuadrantes y zonas en los que no existen puntos de venta y permitir la inclusión del mercado de GLP en la ciudad de Bogotá.

Para finalizar la preparación de los datos se descartan aquellos cuadrantes en los que ya se encuentren puntos de venta para evitar la disminución del promedio de venta de cilindros en los puntos de venta ya existentes en el cuadrante, también son descartados aquellos puntos de venta que presenten el área total del cuadrante sin ningún uso o sin ningún estrato así como aquellos cuadrantes en los que la información resultante arroja una cantidad nula de personas y viviendas por manzana. La figura (tal) muestra los cuadrantes finales que serán objeto de análisis por medio de métodos de lógica difusa.



**Ilustración 11: Cuadrantes donde no se encuentran puntos de venta. Elaboración Propia.**

## 14.4.2 Diccionario De Datos

**Tabla 4: Diccionario de Datos: Entidad Zona**

ZONA			
<b>Es el conjunto de datos que representa la información de referencia necesaria, para realizar procesos de exploración conociendo el entorno en donde se realizara los estudios, estas zonas presentan características diferentes y cuenta con atributos que permiten realizar tipificaciones de las mismas para futura estructuración de micro zonas.</b>			
Atributos	Tipo/Dominio	Definición	Key
<b>ID Zona</b>	Integer /entero positivo	Este tipo de dato representa el código de identificación de cada zona, es único por lo que no podrá repetirse y tampoco podrá ser nulo, la función de este atributo es suministrar información de las diferentes zonas existentes en el estudio a realizar y servir como herramienta para crear relaciones con otros elementos referidos con la tabla Zona.	PK
<b>Vías</b>	Integer /entero positivo	Es un valor entero que indica el tipo de vía existente en la zona, según la infraestructura vial impuesta por Movilidad Distrital, permitiendo realizar así análisis de accesibilidad y de los posibles estados viales de las zonas en estudio.	
<b>Localidad</b>	Varchar (35)	Permite conocer en qué localidad se encuentra ubicada la zona en estudio para dar una visión menos global en Bogotá, y conocer así las diferentes políticas y normatividad existentes por localidades.	
<b>Pendiente</b>	Varchar (35)	Dato utilizado para conocer la geografía y topografía de las zonas de estudio, en busca de determinar zonas de difícil acceso por alturas, variable determinante en los análisis a realizar.	

Tabla 5: Diccionario de Datos: Entidad Manzana Catastral

MANZANA CATASTRAL			
<p>Representa un elemento de tipo demográfico , que permite limitar la zona de estudio a elementos del mismo tipo con características propias , para lograr realizar mediciones de datos relacionados con la agrupación de viviendas por manzana y personas por vivienda , el elemento Manzana Catastral se relaciona directamente con el elemento Zona y sus atributos por medio de ID_ZONA.</p>			
Atributos	Tipo/Dominio	Definición	Key
<b><u>ID Manzana</u></b>	Integer /entero p Positivo	Es el código de identificación de la Manzana Catastral que busca diferenciar las Manzanas existentes en la zona de estudio ya que cada una cuenta con características diferentes, es un valor que no puede ser nulo ni negativo.	PK
<b>Persona Por Manzana Catastral</b>	Integer /entero positivo	Atributo del elemento Manzana Catastral, que permite analizar la densidad poblacional con relación a los demás elementos de la tabla, la información suministrada por el atributo Persona Por Manzana Catastral es de tipo Discreto, y hace parte de las variables de entrada al sistema difuso.	
<b>Vivienda Por Manzana Catastral</b>	Integer /entero positivo	Atributo del elemento Manzana Catastral, que da a conocer la agrupación de unidades de vivienda por manzana y las características de las mismas obteniendo este valor como un dato de tipo discreto	
<b>Servicios Públicos</b>	Booleano/ Varchar (35)	Es un atributo que permite saber y clasificar las Manzanas Catastrales por medio de la existencia de servicios públicos, centrando la atención en el servicio público Gas, entendiendo este como un servicio complementario de los básicos a nivel Distrital: alcantarillado, luz y agua.	
<b><u>ID Zona</u></b>	Integer /entero	Es una llave foránea derivada del elemento	FK

positivo	Zona y permite realizar la relación “contiene” representada en el modelo entidad relación, por ser una llave foránea y adicionalmente una llave principal este valor debe ser un valor no nulo
----------	--

Tabla 6: Diccionario Entidad Lote Catastral

LOTE CATASTRAL			
<p>Funciona como la unidad mínima de registro para efectos catastrales que cuenta con una definición física, legal y con un destino diferenciado. Representa la división de una Manzana Catastral ,delimitándolo por Linderos ,este elemento representa una unidad de estudio que permite conocer el numero de construcciones existentes en un Lote Catastral y las características físicas y jurídicas del mismo</p>			
Atributos	Tipo/Dominio	Definición	Key
<b><u>ID Lote</u></b>	Integer /entero positivo	Es el código identificador de la unidad Lote Catastral que permite identificar y diferenciar los Lotes, es un valor que no puede ser nulo y es la llave primaria de la tabla Lote Catastral.	PK
<b>Estrato socioeconómico</b>	Integer /entero positivo	Es el nivel de clasificación de la población con características similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinado de manera directa mediante las condiciones físicas del lote y su localización. Variable determinante para realizar análisis de zona en el modelo de lógica difusa, se encuentra comprendido en un rango de 1 a 6.	
<b>Destino Catastral</b>	Integer /entero positivo	Este corresponde a la actividad económica de explotación de un predio , el destino está asociado directamente tanto ala uso de la construcción como la norma urbanística definida para el terreno .para la finalidad de los estudios que se desean realizar el Destino funciona como una	

variable de clasificación para crear micro zonas de análisis			
<b><u>ID Manzana</u></b>	Integer /entero positivo	Funciona como llave Foránea y crea la relación entre los elementos Manzana Catastral y Lote Catastral, relación representada como “contiene”	FK
<b><u>ID Zona</u></b>	Integer /entero positivo	Funciona como llave Foránea y crea la relación entre los elementos Zona Catastral y Lote Catastral, relación representada como “contiene”	FK

Tabla 7: Diccionario Entidad Construcción

CONSTRUCCION			
<p>Variable de medida para realizar análisis espaciales, de tipo demográfico, físico, social y económico , ya que este elemento relaciona las características y engloba todos los atributos relacionados con los otros elementos ,funciona como la unidad mínima para la investigación que se desea realizar, ya que a partir de este elemento y las características que contenga partirán análisis y conclusiones globales que permitirán posteriores análisis específicos y pronósticos hechos con la información base que se obtiene de la muestra de construcciones seleccionadas.</p>			
Atributos	Tipo/Dominio	Definición	Key
<b><u>ID Construcción</u></b>	Integer /entero positivo	Es el identificador único de los elementos construcción que permiten crear relaciones y diferenciar cada unidad de análisis, es un valor que no puede ser nulo.	PK
<b><u>ID Lote</u></b>	Integer /entero positivo	Funciona como llave Foránea y crea la relación entre los elementos Lote Catastral y Construcción, relación representada como “contiene”	FK
<b>Uso</b>	Integer /entero positivo	Es la destinación que se le da a los elementos materiales de la estructura urbana en las distintas actividades ciudadanas, el uso de la construcción indica la actividad económica que se está dando a la construcción en un predio	
<b>PH</b>	Booleano	Indica si el predio es o no Propiedad Horizontal , o si presenta algún dominio de propiedad diferente	
<b><u>ID Manzana</u></b>	Integer /entero positivo	Funciona como llave Foránea y crea la	FK

relación entre los elementos Manzana Catastral y Construcción, relación representada como “contiene”			
<b><u>ID Zona</u></b>	Integer /entero positivo	Funciona como llave Foránea y crea la relación entre los elementos Zona y Construcción, relación representada como “contiene”	FK

## **14.5 Análisis De Zonas Existentes**

### **14.5.1 Análisis De Usos En Cada Una De Las Zonas De Influencia**

Para la realización de estos análisis en primer lugar se hace necesaria la reclasificación de los usos encontrados en cada una de las zonas para facilitar una mejor comprensión y una mayor generalización de los usos encontrados de acuerdo a los manuales incorporados por el distrito.

De manera que los siguientes son los usos encontrados y su generalización, obteniéndose 10 usos categorizados según la tabla:

**Tabla 8: Categorización Usos**

<b>CODIGO USO</b>	<b>USO</b>	<b>CATEGORIA</b>
38	HABITACIONAL MAYOR O IGUAL A 4 PISOS – PH	Habitacional en NPH Y PH
1	HABITACIONAL (MENOR O IGUAL A 3 PISOS)	
2	HABITACIONAL (MAYOR O IGUAL A 4 PISOS)	
37	HABITACIONAL (MENOR O IGUAL A 3 PISOS) – PH	
70	ENRAMADAS - COBERTIZOS - CANEYES	
3	COMERCIO PUNTUAL	Comercio zonal y restaurantes
4	COMERCIO CORREDOR COMERCIAL	
40	COMERCIO EN CORREDOR COMERCIAL – PH	
56	RESTAURANTES	
60	RESTAURANTES – PH	
39	COMERCIO PUNTUAL (Local comercial) – PH	Clubes, Plazas de Mercado, Grandes ,Mediadas y Pequeñas superficies
65	CLUBES PEQUEÑOS	
30	CLUBES DE MAYOR EXTENSIÓN	
95	CENTRO COMERCIAL PEQUEÑO – PH	
94	CENTRO COMERCIAL PEQUEÑO	
6	CENTRO COMERCIAL MEDIANO	
7	CENTRO COMERCIAL GRANDE	
8	GRANDES ALMACENES (ANTES BODEGAS COMERCIALES)	
66	PLAZAS DE MERCADO	
42	CENTRO COMERCIAL GRANDE – PH	
4sz1	CENTRO COMERCIAL MEDIANO – PH	
91	GRANDES ALMACENES (antes Bodega Comercial) – PH	Industria Grande, mediana y Artesanal
34	INDUSTRIA GRANDE – PH	
11	INDUSTRIA GRANDE	
10	INDUSTRIA MEDIANA	
28	INDUSTRIA MEDIANA – PH	
9	ACTIVIDAD ARTESANAL (ANTES INDUSTRIA ARTESANAL)	
19	ACTIVIDAD ARTESANAL – PH	Institucionales y Centros de Educación
44	INSTITUCIONAL PUNTUAL – PH	
35	COLEGIOS Y UNIVERSIDADES DE UNO A TRES PISOS – PH.	
64	AULAS DE CLASE	
13	COLEGIOS Y UNIVERSIDADES DE UNO A TRES PISOS	
12	INSTITUCIONAL PUNTUAL	
16	COLEGIOS Y UNIVERSIDADES DE CUATRO O MAS PISOS	Oficinas
81	OFICINAS EN BODEGA Y/O INDUSTRIAS – PH	

5	OFICINAS OPERATIVAS (ANTES ESTACIONES DE SERVICIO)	
80	OFICINAS EN BODEGA Y/O INDUSTRIAS	
20	OFICINAS Y CONSULTORIOS	
92	OFICINAS Y CONSULTORIOS (Dotacional-Oficial) – PH	
15	OFICINAS Y CONSULTORIOS (DOTACIONAL OFICIAL)	
45	OFICINAS Y CONSULTORIOS - PH	
21	HOTELES	Hoteles y Moteles
26	MOTELES, AMOBLADOS, RESIDENCIAS	
46	HOTELES – PH	
27	MOTELES, AMOBLADOS, RESIDENCIAS – PH	
22	DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO	Bodegas y Depósitos de Almacenamiento
97	BODEGA ECONOMICA – PH	
25	BODEGAS DE ALMACENAMIENTO	
51	DEPOSITO (LOCKERS) – PH	
73	COCHERAS - MARRANERAS - PORQUERIZAS	
33	BODEGA ECONOMICA	
93	BODEGAS DE ALMACENAMIENTO – PH	
72	ESTABLOS - PESEBRERAS - CABALLERIZAS	
71	GALPONES - GALLINEROS	
98	DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO – PH	
53	IGLESIAS – PH	Iglesias, Hospitales, Teatros, instalaciones Militares
14	IGLESIAS	
17	CLINICAS, HOSPITALES, CENTROS MEDICOS GRANDES	
43	CLINICAS, HOSPITALES, CENTROS MEDICOS GRANDES – PH	
47	TEATROS Y CINEMAS – PH	
23	TEATROS Y CINEMAS	
18	INSTALACIONES MILITARES	
77	SECADEROS	Otros
96	PARQUEADERO CUBIERTO	
76	BENEFICIADEROS	
31	PISCINAS	
24	EDIFICIOS DE PARQUEO	
50	EDIFICIOS DE PARQUEO – PH	
90	LOTES EN PH - PH	
55	CEMENTERIOS	
32	COLISEOS	
48	PARQUEO LIBRE – PH	
29	PARQUES DE DIVERSION	

49	PARQUEO CUBIERTO – PH	
67	MUSEOS	

## 14.6 Lógica Difusa

### 14.6.1 Descripción De Las Variables De Entrada Y Salida

- **Variables De Entrada**

#### **Estrato Socioeconómico:**

Es el nivel de clasificación de la población con características similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinado de manera directa mediante las condiciones físicas del lote y su localización. Variable determinante para realizar análisis de zona en el modelo de lógica difusa, se encuentra comprendido en un rango de 1 a 6. Para cada uno de los estratos se maneja una función de membresía determinado por el área que comprende en cada uno de los cuadrantes, estos cuadrantes son áreas de 36 hectáreas cada uno

**Tabla 9: Variable de entrada Estrato**

ESTRATO	VALOR LINGUISTICO
1	ESTRATO 1
2	ESTRATO 2
3	ESTRATO 3
4	ESTRATO 4
5	ESTRATO 5
6	ESTRATO 6

#### **Destinación Económica**

Este corresponde a la actividad económica de explotación de un predio, el destino está asociado directamente tanto al uso de la construcción como la norma urbanística definida para el terreno .para la finalidad de los estudios que se desean realizar el Destino funciona como una variable de clasificación para crear micro zonas de análisis. Para cada uno de los usos se maneja una función de membresía determinado por el área que comprende en cada uno de los cuadrantes, estos cuadrantes son áreas de 36 hectáreas cada uno

**Tabla 10: Variable de entrada Destinación Económica**

VALOR LINGUISTICO
<b>Residencial</b>
<b>Comercial</b>
<b>Industrial</b>
<b>Dotacional</b>

### Personas Por Manzana

Permite analizar la densidad poblacional con relación a las manzanas presentes en cada una de las zonas obtenidas, hace parte de las variables de entrada al sistema difuso.

**Tabla 11: Variable de entrada Personas por Manzana**

PERSONAS POR MANZANA	VALOR LINGUISTICO
<b>1 – 10000</b>	Densidad Baja
<b>8000 – 25000</b>	Densidad Media
<b>20000 – 35000</b>	Densidad Alta

### Viviendas Por Manzana

Da a conocer la agrupación de unidades de vivienda por manzana y las características de las mismas obteniendo este valor como un dato de tipo discreto, se encuentra en las variables de entrada de sistema difuso.

**Tabla 12: Variable de entrada Viviendas por Manzana**

VIVIENDAS POR MANZANA	VALOR LINGUISTICO
<b>1 – 4000</b>	ESCASAS VIVIENDAS
<b>3000 – 6000</b>	SUFICIENTES VIVIENDAS
<b>5500 – 9000</b>	NUMEROSAS VIVIENDAS

- **Descripción De La Variable De Salida**

### **Ventas**

Comprende la cantidad de cilindros vendidos durante el último mes por los puntos de venta presentes en cada una de las zonas de análisis, hace parte de las variables de entrada del sistema difuso.

**Tabla 13: Variable de salida Ventas**

VENTAS ULTIMO MES	VALOR LINGUISTICO
<b>1 – 150 CILINDROS</b>	VENTASBAJAS
<b>150 – 250 CILINDROS</b>	VENTAS MEDIAS
<b>250 – 300 CILINDROS</b>	VENTAS ALTAS

#### 14.6.2 Implementación De Xfuzzy

La herramienta Xfuzzy 3.0 (Link de descarga [http://www2.imse-cnm.csic.es/Xfuzzy/index\\_sp.html](http://www2.imse-cnm.csic.es/Xfuzzy/index_sp.html)) es un entorno de desarrollo de sistemas difusos complejos realiza por en el Instituto de Microelectrónica de Sevilla. Posee un lenguaje de especificación XFL3, el cual es un lenguaje expresivo y que realiza tareas como lo son la definición de operadores difusos por parte del usuario, además tiene herramientas que cubren todo el proceso de diseño de sistemas difusos. Esta herramienta ha sido programada en Java de forma que puede ser instalada en cualquier ordenador que posea Java Runtime Enviroment (JRE)

Para utilizar esta herramienta se debe hacer clic en el archivo Xfuzzy (de tipo MS-DOS) de la carpeta bin del directorio donde se halla instalado Xfuzzy. Una vez pulsado aparecerá una ventana como la siguiente:

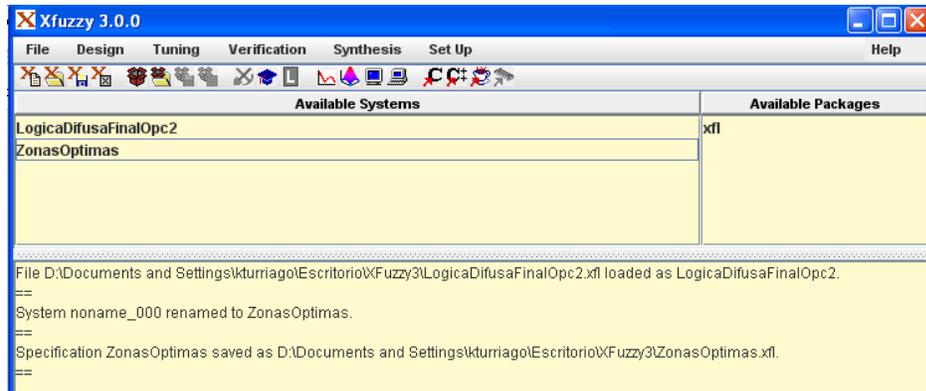


Ilustración 12: Interfaz Xfuzzy

Allí se debe hacer clic en el menú File y elegir la opción New System. Al momento de pulsar aparecer un sistema que tendrá el nombre por defecto noname\_000. Para poder cambiar el nombre se debe elegir la opción File / Save As para así poder proseguir con el diseño del sistema.

El primer paso para diseñar el sistema borroso en Xfuzzy es la introducción de los operadores que en este caso corresponden a un mínimo como lo muestra la imagen

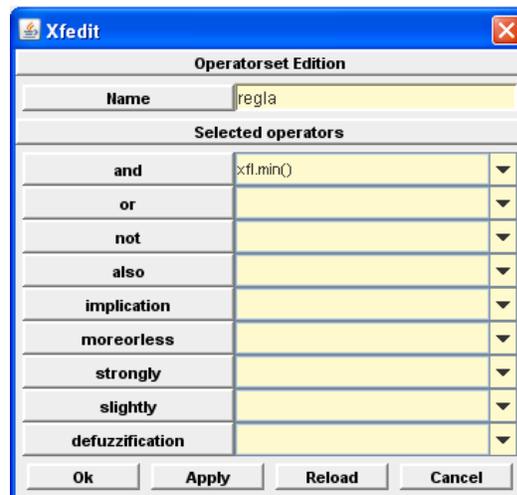
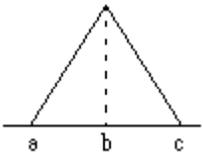
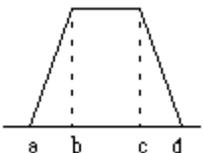
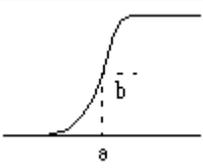


Ilustración 13: Ventana Xedit de Xfuzzy

El siguiente paso a realizar será la creación de los tipos de lógica borrosa a utilizar, para ellos se pulsa en el menú Edit y se elige la opción New Type.

Para el desarrollo de este sistema se necesitan 5 tipos, Estrato, Uso, Persona, Vivienda y Ventas. Las funciones de membresía escogidas fueron la triangular, la trapezoidal y la sigma de acuerdo a las necesidades de cada una de las variables.

Tabla 14: Funciones de Membresía a usar

NOMBRE	PARAMETROS	DESCRIPCION
<b>Función Triangular</b>	a, b, c	
<b>Función Trapezoidal</b>	a, b, c, d	
<b>Función Sigma</b>	a, b	

Estas funciones de pertenencia son elegidas, comúnmente por ser funciones sencillas que hacen que los cálculos a realizar no sean muy complicados. En particular, al momento de ser aplicadas en diversos entornos son muy utilizadas las funciones triangulares y las trapezoidales.

**Función triangular:** El parámetro a sirve para señalar el comienzo del triángulo en el eje de coordenadas. El parámetro b, sirve para conocer hasta el fin de la subida izquierda del triángulo y el parámetro d sirve para señalar el fin del triángulo

**Función trapezoidal:** El parámetro a señala el comienzo del trapecio en el eje de coordenadas, el parámetro b señala el fin de la subida izquierda del trapecio, el parámetro c ha a conocer el punto desde que el trapecio comienza a descender en su parte derecha y finalmente, el parámetro d señala el fin del trapecio.

**Función sigma:** Esta definida por el límite inferior  $a$ , el superior  $b$  y un punto de inflexión  $m$ , el crecimiento será más lento en cuanto mayor sea la distancia entre  $a$ - $b$ .

Estas funciones son elegidas por el experto de forma que se decide si son solapadas o no de acuerdo al problema a solucionar.

## TIPOS DE ENTRADA

- **ESTRATO SOCIOECONOMICO:** Función trapezoidal y triangular que se adapta a de acuerdo a que no se puede pertenecer a dos estratos socioeconómicos así como no se puede ser de un estrato menor a 1 o un estrato mayor a 6, así mismo, un estrato puede tener más presencia en un cuadrante, pero no dos al mismo tiempo, el resto de los estratos tendrá una presencia más baja en cada uno de los cuadrantes. A continuación se muestran las funciones de membresía correspondientes a esta variable.

○ Estrato 1



Ilustración 14: Estrato 1, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

- Estrato 2

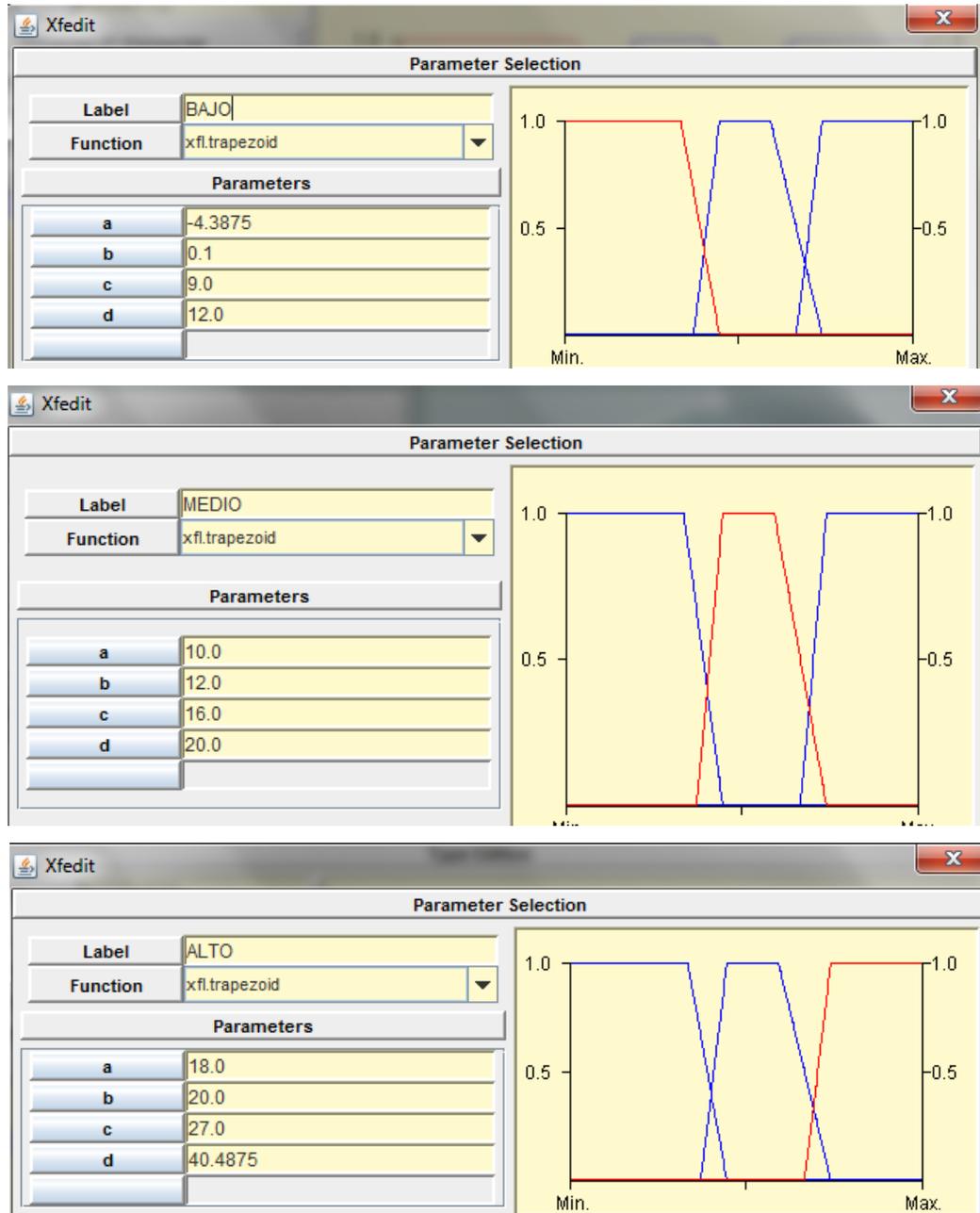


Ilustración 15: Estrato 2, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

○ Estrato 3



Ilustración 16: Estrato 3, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

- Estrato 4



Ilustración 17: Estrato 4, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

○ Estrato 5

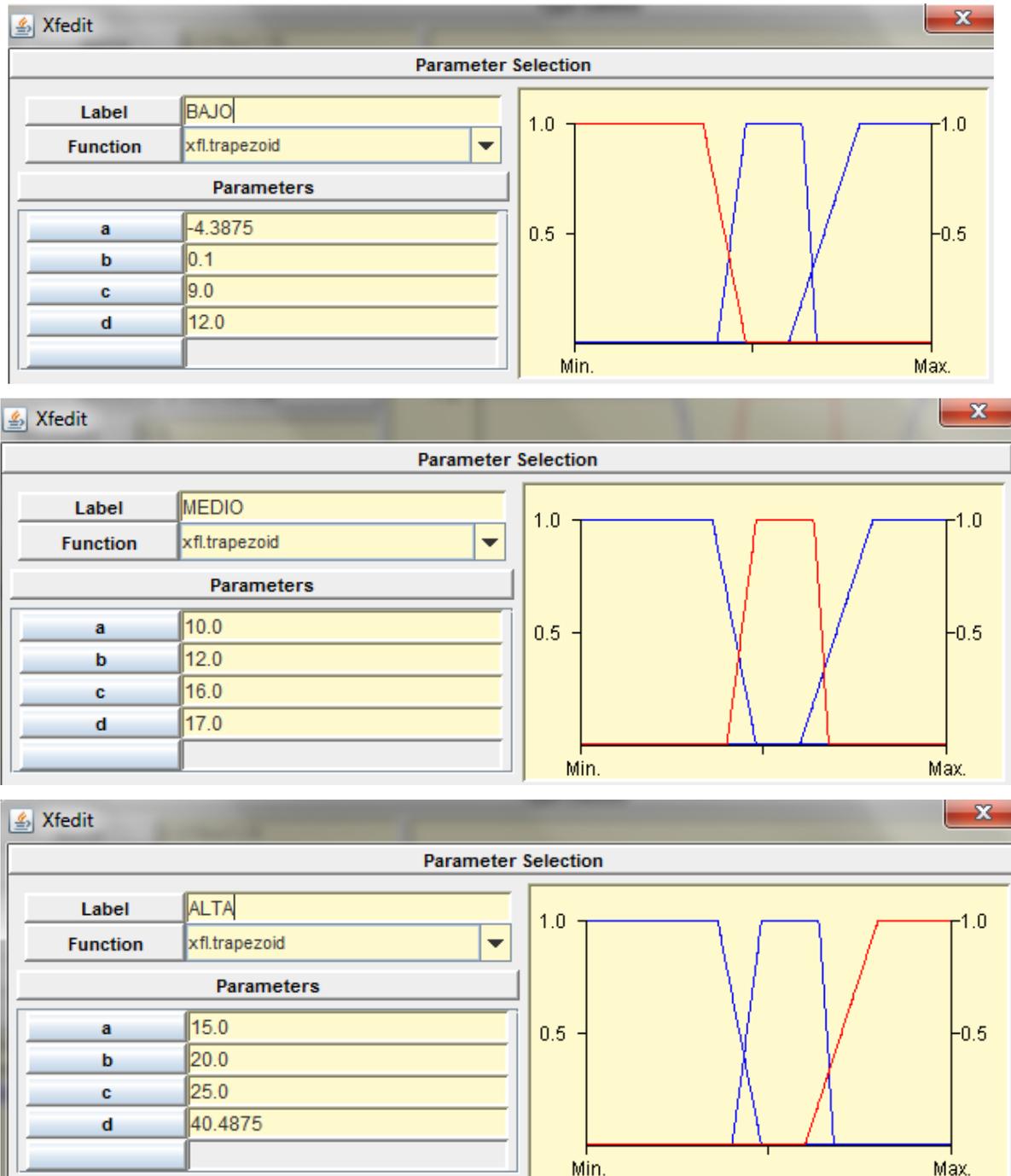


Ilustración 18: Estrato 5, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

- Estrato 6

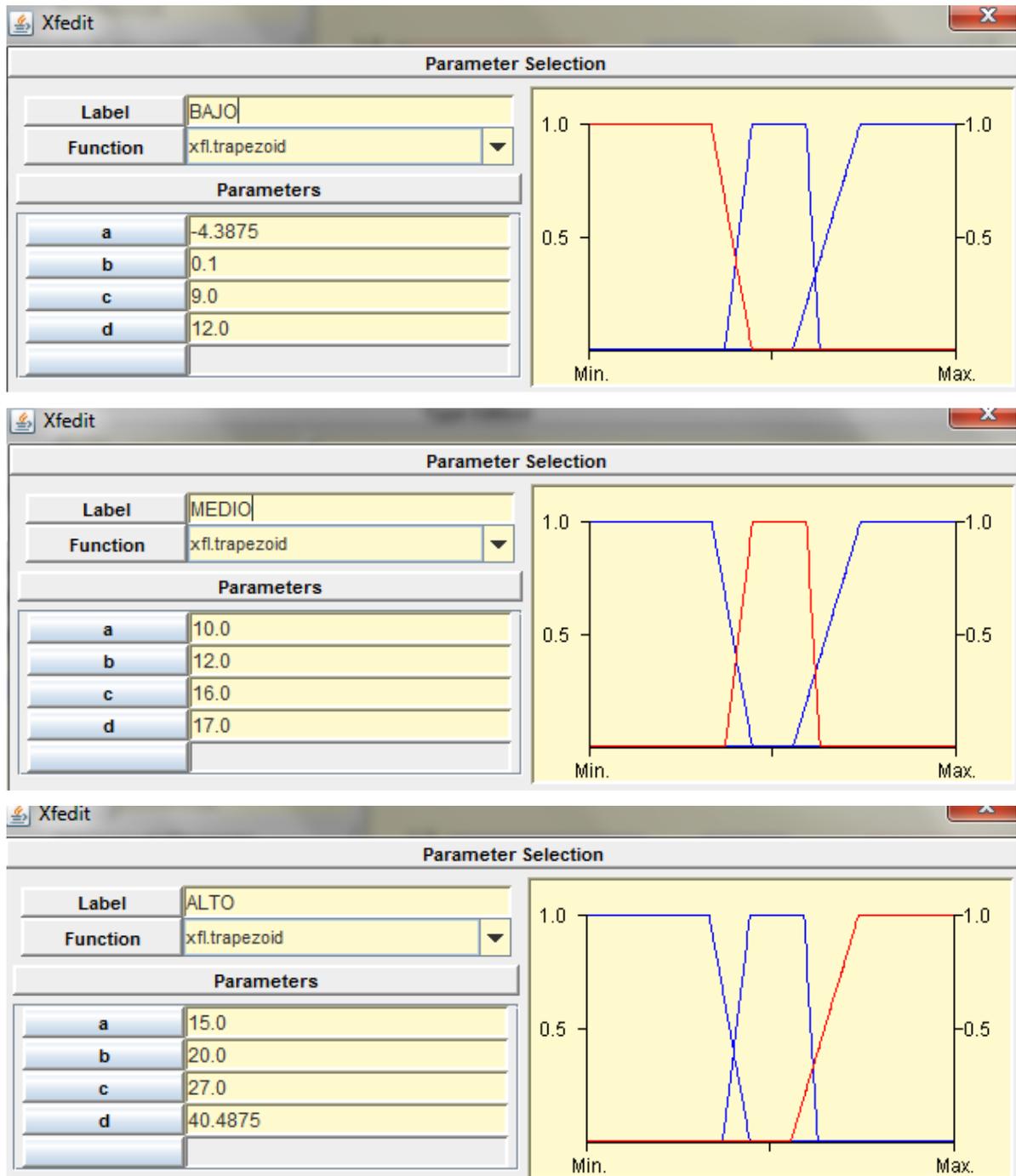


Ilustración 19: Estrato 6, Función de Membresía Estrato Socioeconómico

- **DESTINACION PREDIAL:** Corresponde al uso del predio objeto de estudio, se eligió una función sigma al poseer valores lingüísticos extremos, es decir, solo se puede ser parte de un uso ya sea residencial, industrial o comercial lo que hace que sea una variable excluyente. A continuación se muestran las funciones de membresía correspondientes a esta variable.
  - **Destinación Comercial**

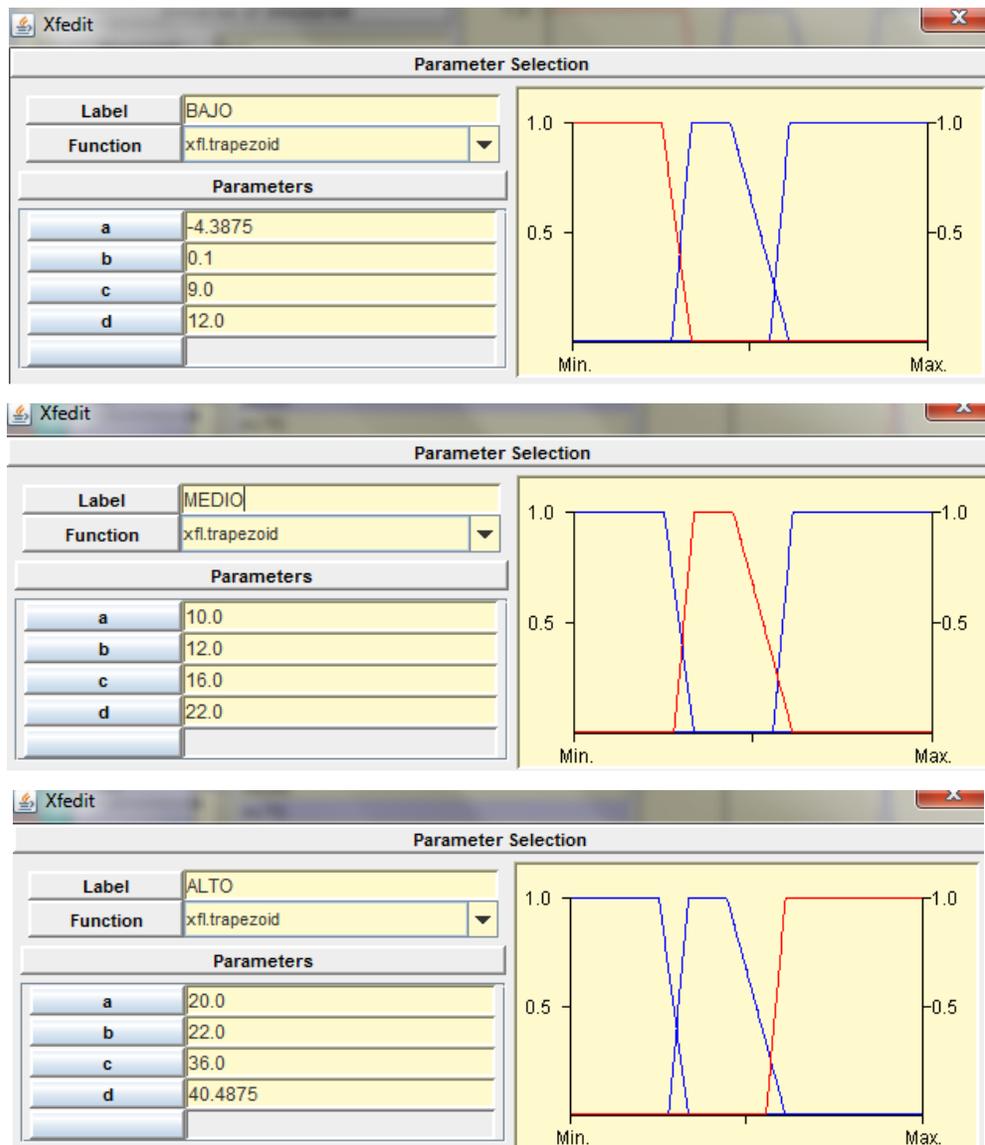
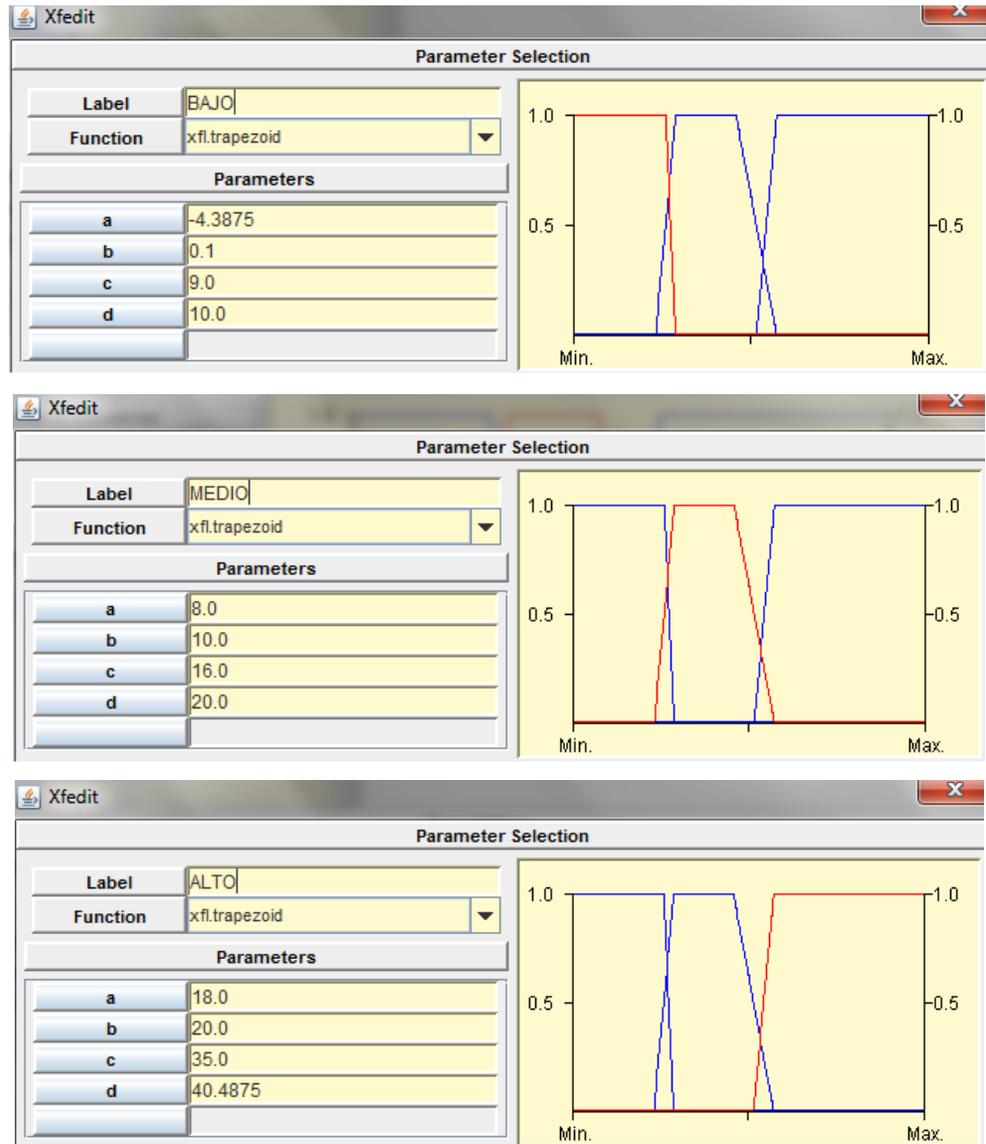


Ilustración 20: Función Membresía Destinación Económica Comercial

○ **Destinación Dotacional**



**Ilustración 21: Función Membresía Destinación Económica Dotacional**

○ Destinación Industrial

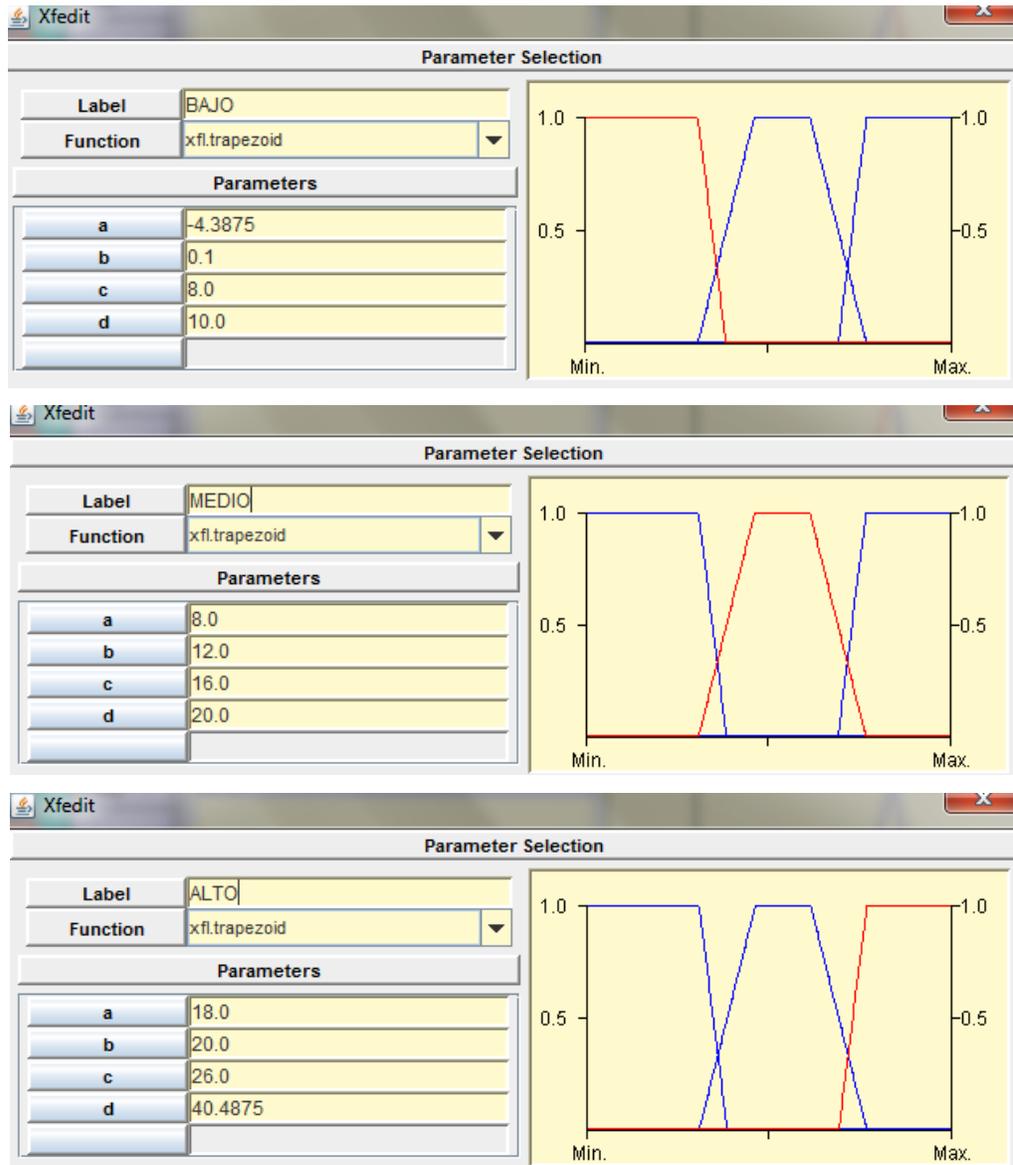
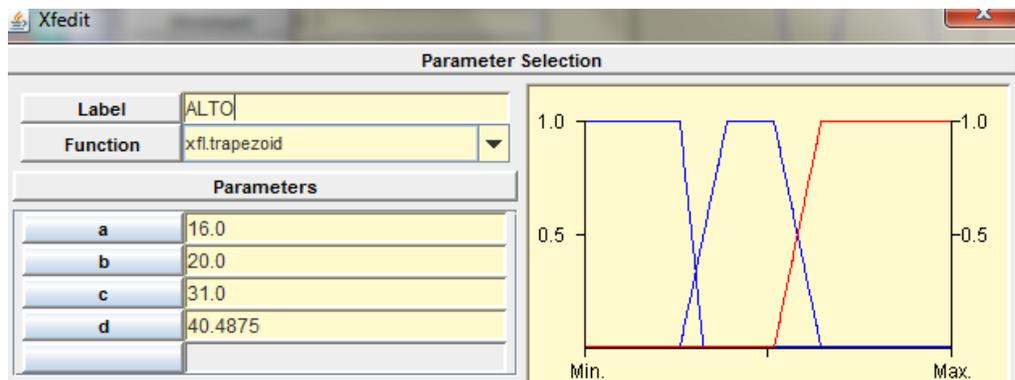
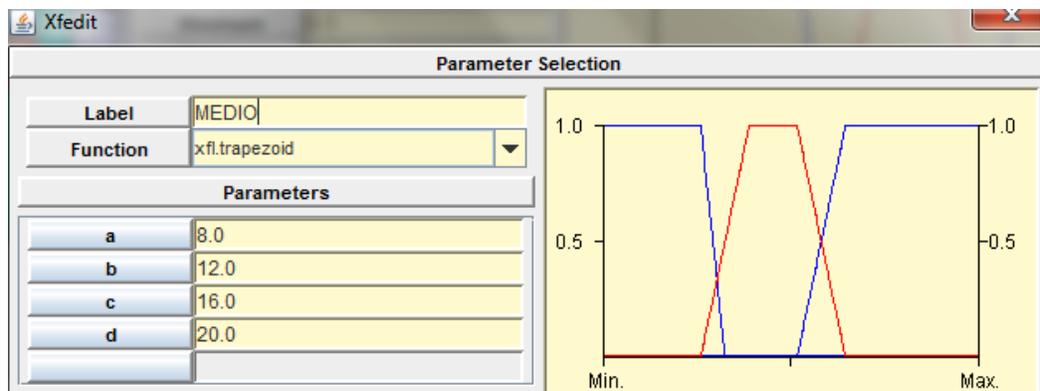
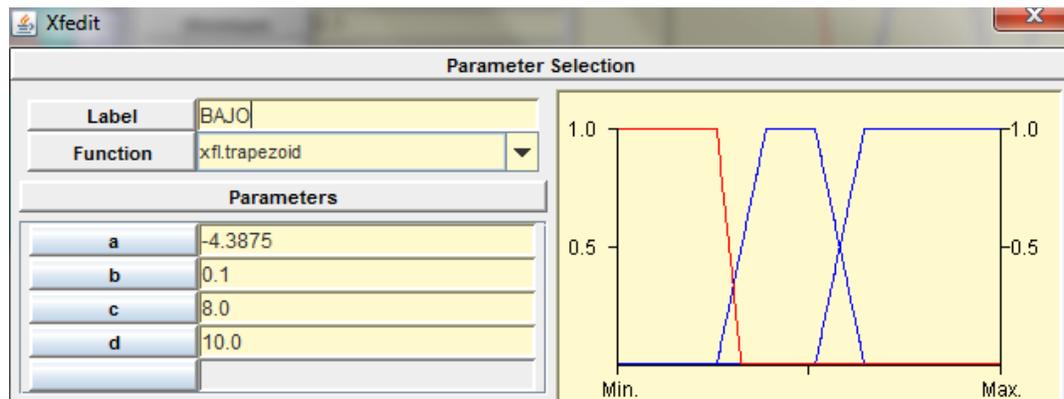


Ilustración 22: Función Membresía Destinación Económica Industrial

○ **Destinación Residencial**



**Ilustración 23: Función Membresía Destinación Económica Residencial**

- **PERSONAS POR MANZANA:** Para esta variable se eligió una función trapezoidal y triangular, de igual forma las funciones de membresía presentan un grado de aparición con otras de las funciones a razón que no se conoce con exactitud cuando una zona pasa a ser de baja densidad demográfica a una de media densidad, etc. A continuación se muestran las funciones de membresía correspondientes a esta variable.

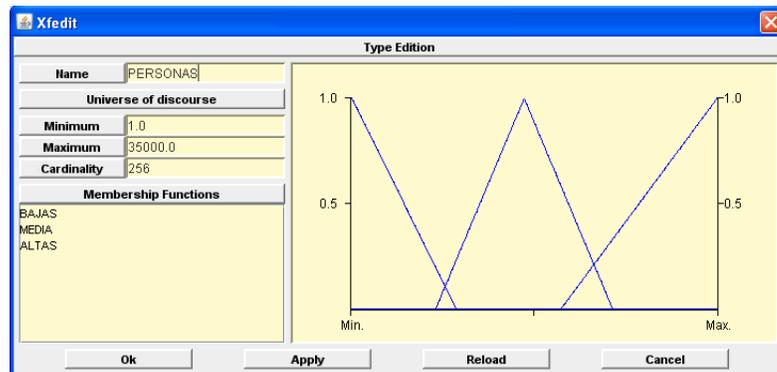


Ilustración 24: Función Personas por Manzana

○ **DENSIDAD BAJA**

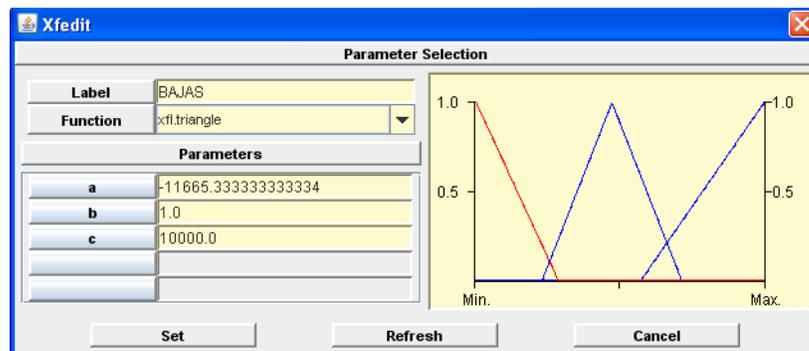


Ilustración 25: Baja Densidad Personas por Manzana

○ DENSIDAD MEDIA

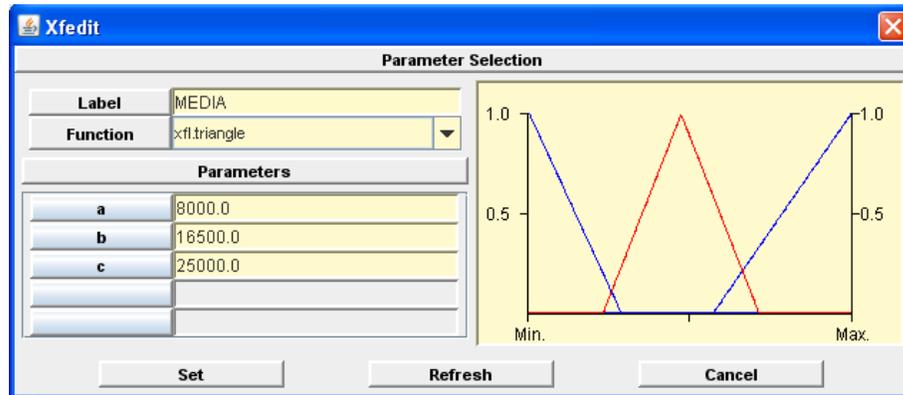


Ilustración 26: Densidad Media de Personas por Manzana

○ DENSIDAD ALTA

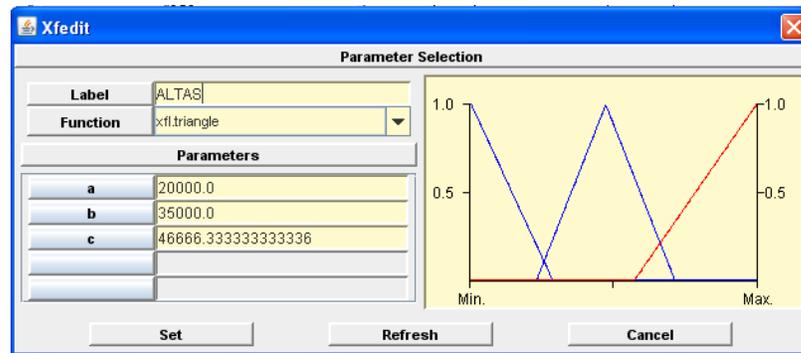


Ilustración 27: Densidad Alta de Personas por Manzana

- **VIVIENDAS POR MANZANA:** Para esta variable se eligió una función trapezoidal y triangular, de igual forma las funciones de membresía presentan un grado de aparición con otras de las funciones a razón que no se conoce con exactitud cuando una zona pasa a ser de baja densidad de viviendas a una de media densidad, etc. A continuación se muestran las funciones de membresía correspondientes a esta variable.

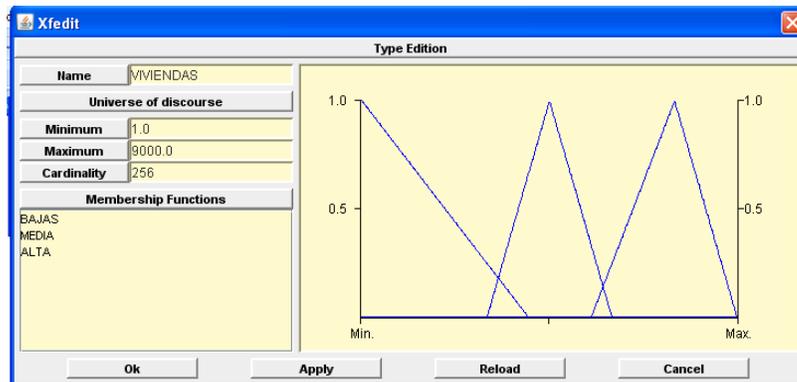


Ilustración 28: Función Viviendas por Manzana

- **ESCASAS VIVIENDAS (VIVIENDAS ESCASAS)**

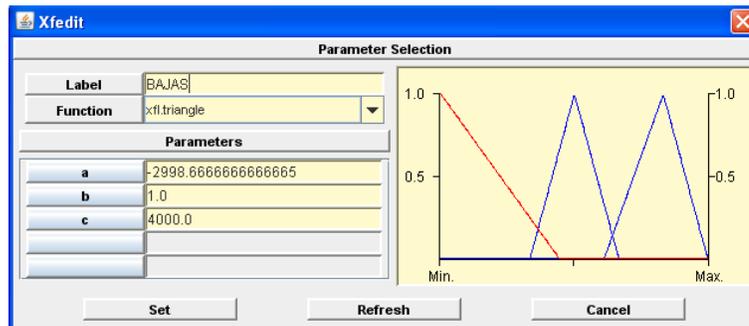
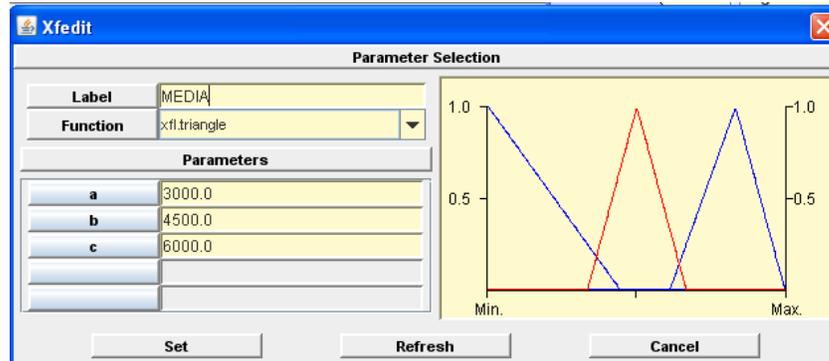


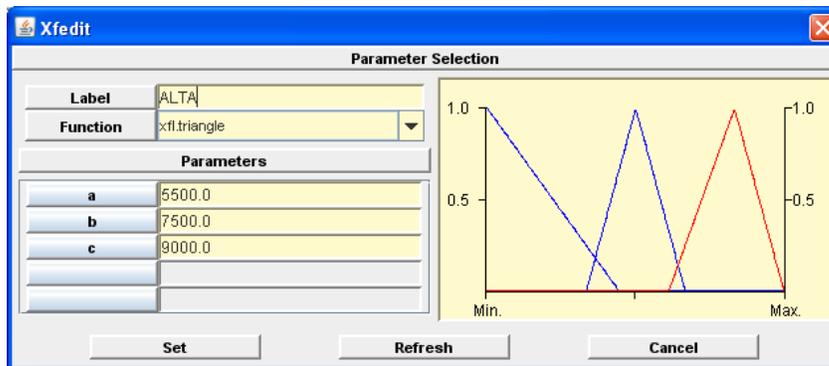
Ilustración 29: Pocas Viviendas en la Manzana

○ **MEDIAS VIVIENDAS (VIVIENDAS SUFICIENTES)**



**Ilustración 30: Cantidad Media de Viviendas en la Manzana**

○ **ALTAS VIVIENDAS**



**Ilustración 31: Alta Cantidad de Viviendas por Manzana**

## TIPOS DE SALIDA

- **VENTAS OPTIMAS:** Corresponde a la función de salida, es decir, aquella variable sobre la que se deben tomar las decisiones pertinentes, para este caso se eligieron funciones triangulares teniendo en cuenta que mínimo se puede vender un cilindro pero por el contrario a medida que mas cilindros se vendan mayor serán los ingresos para a compañía. A continuación se muestran las funciones de membresía correspondientes a esta variable.

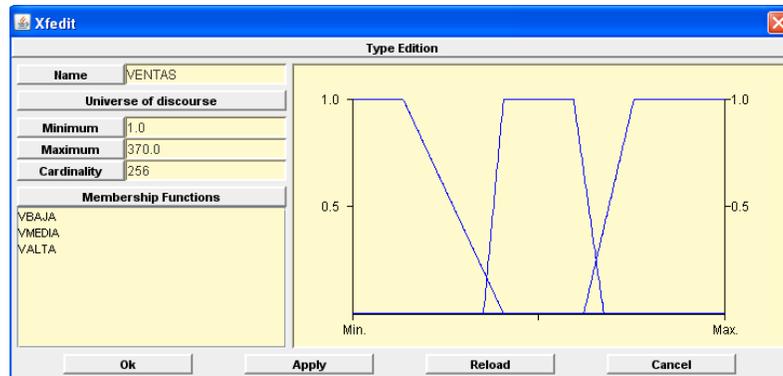


Ilustración 32: Función de Ventas

### ○ VENTA BAJA

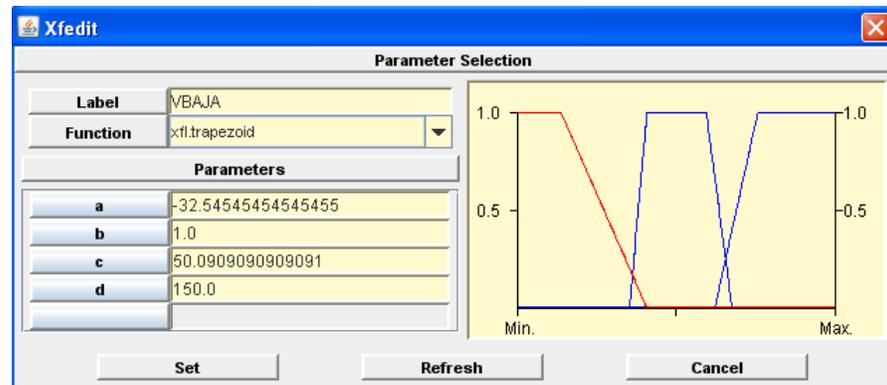
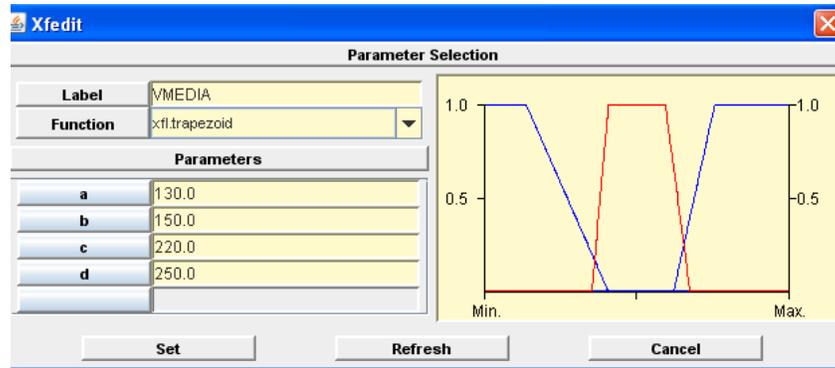


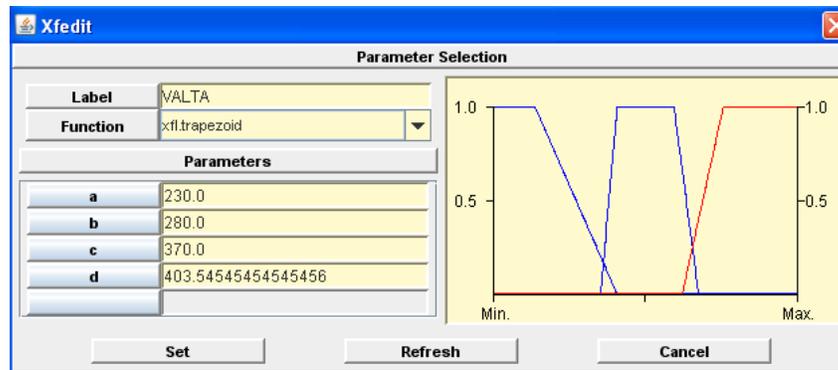
Ilustración 33: Ventas Bajas

○ **VENTA MEDIA**



**Ilustración 34: Ventas Medias**

○ **VENTA ALTA**



**Ilustración 35: Ventas Altas**

### 14.6.3 Reglas Del Sistema Difuso

En total se presentan 2131 reglas en función de todas las posibles combinaciones de acuerdo a las variables de entrada, todo esto se realizó mediante la estructuración y conocimiento experto de las reglas que modelaran el negocio, las reglas pueden encontrarse en un archivo adjunto por la gran cantidad de las mismas.

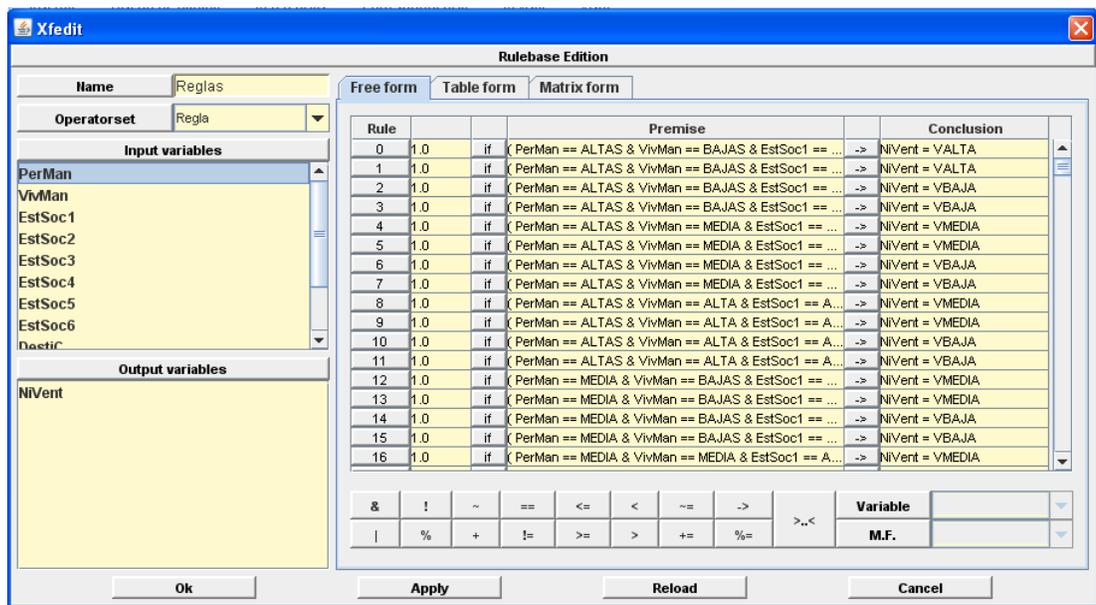


Ilustración 36: Ventana Reglas Sistema Difuso

De igual manera se realiza el proceso de defuzzificación por medio de la utilización de operadores, en este caso se usaron los operadores disponibles en la aplicación como lo fueron el mínimo y el centroide. El centroide es uno de los métodos de defusificación más comunes y más ampliamente usados, con este método se transforma la salida difusa en un método real el cual es la coordenada x del centro de gravedad del conjunto difuso de salida.

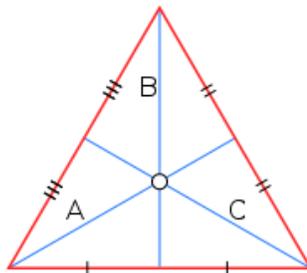


Ilustración 37: Centroide en un triángulo. Fuente: wikipedia.org

#### 14.6.4 Sistema Difuso

El sistema generado es una caja donde se verifican las reglas (en este caso rVentas) de acuerdo a próximos valores que se ingresaran para hacer la correcta verificación del sistema.

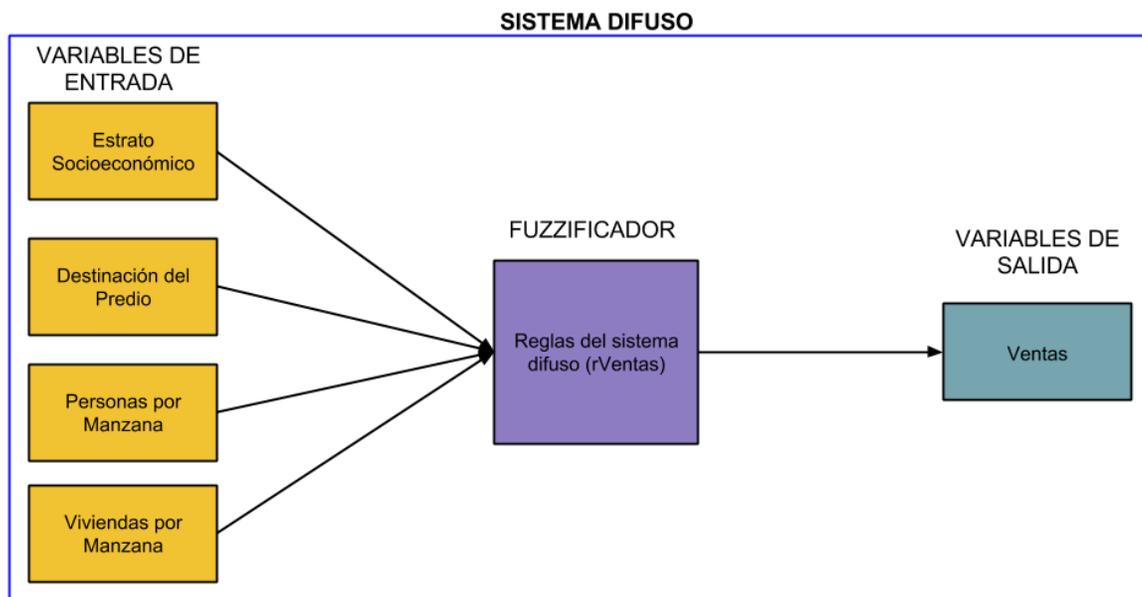


Ilustración 38: Esquema Sistema Difuso. Elaboración Propia

El resultado que se obtendrá será un Nivel de Venta óptima que permitirá obtener nuevas zonas para la venta de Gas GLP y generar una penetración de mercado ideal.

En la herramienta Xfuzzy es sistema difuso aparece tal como se muestra en la Ilustración 68. En la parte izquierda del recuadro violeta se muestran las variables de entrada identificadas por el nombre que se les asignó con anterioridad. En la parte central del recuadro violeta se encuentra el Fuzzificador donde se realizaran las simulaciones de acuerdo a las necesidades el experto. En la parte derecha del recuadro violeta se encuentran la variable de salida objeto de estudio.

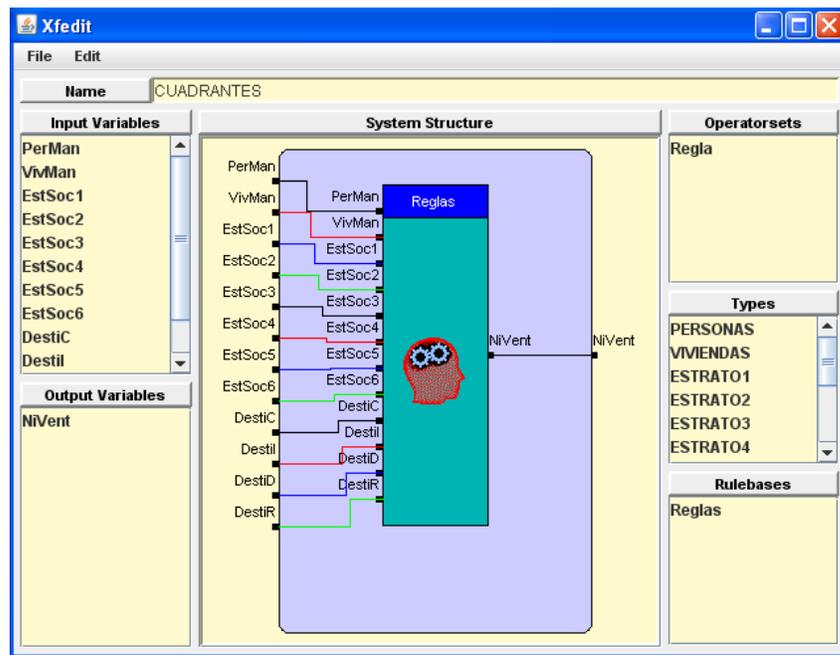
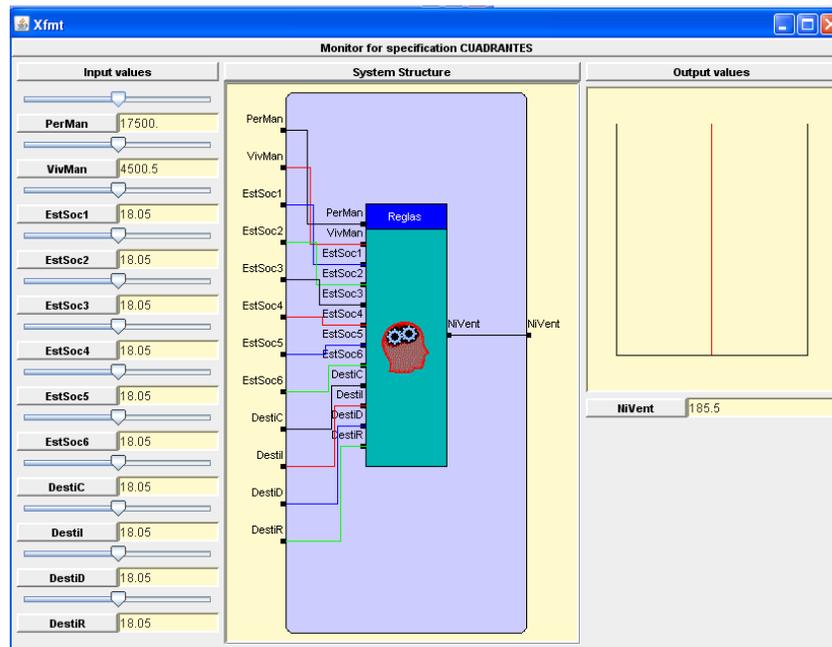


Ilustración 39: Visualización del Sistema Difuso

### 14.6.5 Simulaciones Y Monitoreo

La opción de monitoreo permite verificar si las reglas determinadas por el experto dan solución al requerimiento solicitado, en la siguiente imagen se puede observar los valores de entrada a los cuales se les puede asignar valores de acuerdo a los límites establecidos anteriormente.



**Ilustración 40: Vista de la opción de Monitoreo del Sistema Difuso**

Posteriormente el sistema se encargará de asignar grados de pertenencia a medida que las reglas sean activadas, de forma que a mayor complejidad del sistema será necesario tener mayor cuidado con el conocimiento de que reglas se activan y si estas son correctas.

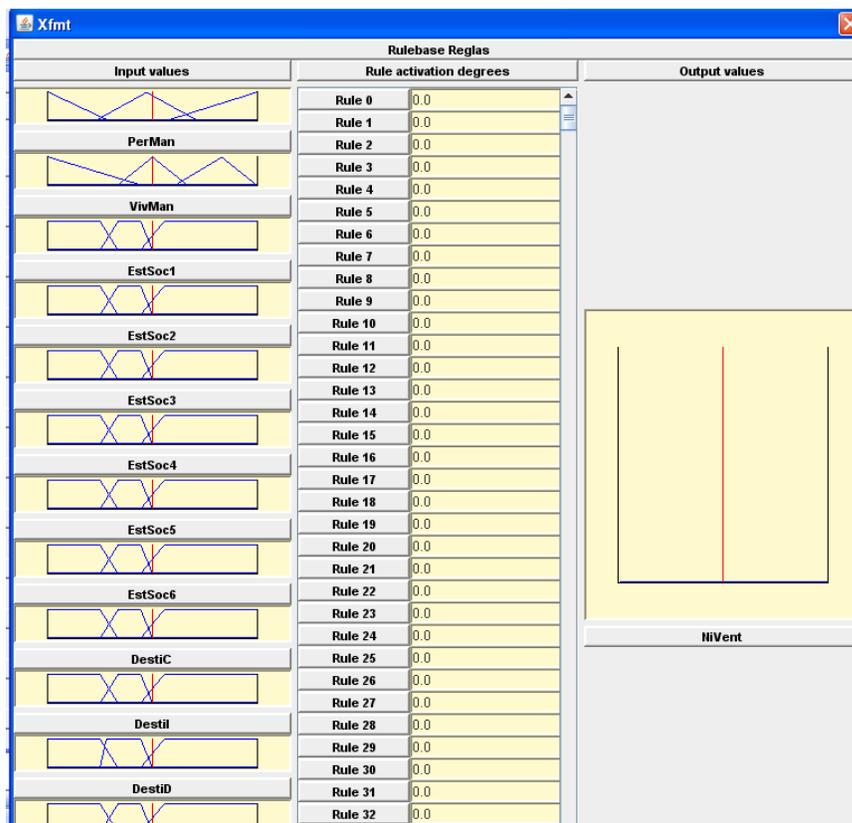


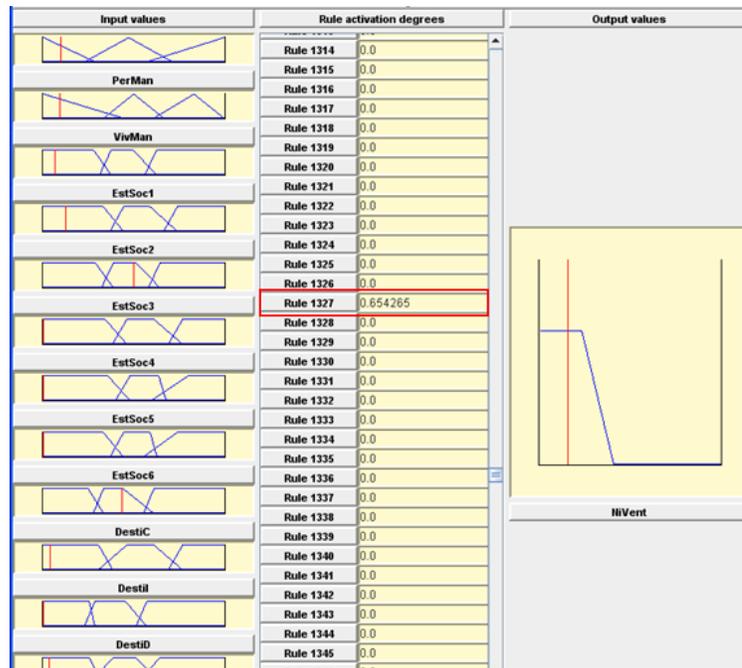
Ilustración 41: Activación de Reglas por parte del monitoreo del Sistema Difuso

La prueba piloto se realizó en las localidades de Los Mártires, Barrios Unidos, Chapinero, Usaquén y Teusaquillo que se caracterizan por tener una presencia baja o inexistente de puntos de venta y hacen pertinente el análisis de los respectivos cuadrantes que se encuentran en estas localidades para su posterior visita en campo y apertura de puntos de venta en los mismos.

Xfuzzy ofrece la opción de hacer simulaciones a partir de la información de cada una de las variables de entrada para obtener los niveles de venta que cada uno de los cuadrantes puede tener.

Al momento de introducir los datos en la monitorización de Xfuzzy se apreciará la siguiente ventana

Esto activará alguna de las 2000 reglas que se generaron y de esta forma la variable lingüística de salida arrojará un resultado.



1323	1323	YMEJAM	PLTJA	EMJUI	EMJUI	YMEJUI	EMJUI	EMJUI	EMJUI	YMEJUI	EMJUI	EMJUI	EMJUI	YMEJAM
1326	1324	MEDIA	ALTA	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	YMEDIA
1327	1325	MEDIA	ALTA	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	YBAJA
1329	1326	BAJAS	BAJAS	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	YBAJA
1329	1327	BAJAS	BAJAS	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	YBAJA
1330	1328	BAJAS	BAJAS	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	YBAJA
1331	1329	BAJAS	BAJAS	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	YBAJA

Ilustración 42: Activación Reglas Sistema difuso.

El resultado final corresponde a un mapa con los cuadrantes objeto de muestreo y su correspondiente proyección de ventas que puede observarse en el mapa (anexo 2).

## 15 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Recomendaciones

Si se desea aplicar la metodología de Lógica Difusa de forma permanente en la compañía se recomienda realizar esta clase de análisis por un periodo de tiempo prolongado para así obtener un resultado más detallado y la inclusión de más variables determinantes en el modelo de Geo Marketing.

De la inclusión del mayor número de variables al modelo de Geomercadeo depende la precisión y confiabilidad del mismos, es por eso que se recomienda incluir variables he indicadores comerciales precisos además de la información espacial de la ubicación en la zona de estudio de las marcas competidoras

La prueba piloto para la ciudad de Bogotá se desarrolló con una muestra de puntos de venta suficiente, para la apertura de Puntos de Venta se recomienda contar con el personal suficiente y capacitado para la implantación de Puntos de venta en las micro zonas seleccionadas con alta probabilidad de éxito comercial.

### Conclusiones

El desarrollo del modelo de geo mercadeo funciono para la compañía como un instrumento confiable para re direccionar las políticas de distribución y marketing, además de facilitar la relación comercial existente entre la compañía y los consumidores finales producto de una mayor conciencia del entorno geográfico en el que se desarrolla la actividad comercial.

La creación de micro zonas permitió realizar análisis de tipo espacial puntuales, para una posterior selección, procesamiento, depuración y cuantificación de las variables representativas que permitieran modelar los diferentes comportamientos de consumo encontrados.

El modelo establecido a partir de técnicas de lógica difusa, busca determinar espacios geográficos con similares características geográficas sociales y geo demográficas que tengan una probabilidad comercial alta, en donde la penetración en el mercado, la actividad de marketing y distribución se lograra de forma más eficiente y sin sacrificios en proporciones innecesarias los recursos físicos y humanos de la compañía.

La visualización espacial de la cobertura de puntos de venta de la compañía en la zona de estudio permite tomar consistencia y sectorizar las actividades comerciales de distribución y campañas publicitarias de CLC y posteriormente la categorización de las micro zonas creadas como zonas con Alta, media o baja probabilidad comercial permiten tomar decisiones de implantación en el mercado y de extracción de recursos en zonas con baja probabilidad comercial en donde exista cobertura de la marca actualmente .

La segmentación sociodemográfica de los consumidores de GLP, permitió determinar patrones de consumo de los formatos en Bogotá, lo cual apoyado en las actuales tecnologías de la información permite modelar y ubicar zonas geográficas con patrones similares en donde se supone un comportamiento comercial similar.

Las técnicas de lógica difusa permiten manipular información cualitativa bajo una serie de supuestos dados, convirtiendo información muchas veces confusa, imperceptible y hasta inmanejable en rangos de valores de fácil manejo.

La segmentación de población consumidora de GLP del producto de referencia K5 comercializado por la compañía muestra que la población con mayor probabilidad de consumo se encuentra en los estrato 1, 2 y 3 donde predomina el uso residencial y el comercio puntual; así mismo, los patrones poblaciones indican que

las zonas donde existe mayor número de personas que viviendas por manzana tiende a recurrir a esa referencia sobre otras relacionadas.

La metodología propuesta es aplicable y puede dirigirse a diferentes fines comerciales, o bajo un enfoque diferente y evaluación de variables y patrones diferentes es aplicable al sector salud, educación, cultura o cualquiera que sea susceptible a comportamientos diferentes según tipologías y patrones que no sean de fácil caracterización y diferenciación.

## 16 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaide Juan. Geomarketing, Bogotá. Esic Editorial, 2012 ISBN 9788473568357
- Carlos Fernández Agüero. Tesis Valoración de Inmuebles mediante técnicas de lógica difusa. [En línea]. Madrid España 2011, [consulta: 26/01/2014]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/9042/1/TC2008-2.pdf>
- Carlos Gonzales. Lógica Difusa. [En línea]. España 2011, [consulta: 26/01/2014]. Disponible en: [http://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011\\_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf](http://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf)
- Combustibles Líquidos de Colombia. [En línea]. [Consulta: 26/01/2014]. Disponible en: <http://www.gazclc.com/site/>
- Galindo José. Curso Introductorio de Conjuntos y Sistemas Difusos. Universidad de Málaga (España) <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/FSS/>
- Geomarketing [en línea]. España 2011, [consulta: 26/01/2014]. Disponible en: <http://geomarketingspain.blogspot.com/2008/08/redes-neuronales-y-clasificacin-fuzzy.html>
- Lógica Difusa. [En línea]. [Consulta: 26/01/2014]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/mentelibre/conceptos-y-fundamentos-de-lgica-difusa>
- Pérez Romero. Marketing Social [en línea] [consulta: 26/01/2014]. Disponible en: [http://books.google.com.co/books?id=S9QJI0m8pO8C&pg=PT319&lpg=PT319&dq=VARIABLES+SOCIALES+MERCADEO&source=bl&ots=vpwwMSZTck&sig=H6r3nd9VQojhQ\\_mhup38USBI1Q4&hl=es&sa=X&ei=aOTiUtmyGlbMkAfQ-4HICQ&ved=0CDEQ6AEwAg#v=onepage&q=VARIABLES%20SOCIALES%20MERCADEO&f=false](http://books.google.com.co/books?id=S9QJI0m8pO8C&pg=PT319&lpg=PT319&dq=VARIABLES+SOCIALES+MERCADEO&source=bl&ots=vpwwMSZTck&sig=H6r3nd9VQojhQ_mhup38USBI1Q4&hl=es&sa=X&ei=aOTiUtmyGlbMkAfQ-4HICQ&ved=0CDEQ6AEwAg#v=onepage&q=VARIABLES%20SOCIALES%20MERCADEO&f=false)
- Tomas Arredondo Vidal. Introducción a la Lógica Difusa [en línea]. 2012, [consulta: 26/01/2014]. Disponible en: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Introduccion%20a%20la%20Logica%20Difusa.pdf>

- “4.1 Sistemas de Lógica Difusa.” 2014a. Accessed July 14. [http://www.ing.unal.edu.co/~ogduarte/Htextos/maestro/node20\\_mn.html](http://www.ing.unal.edu.co/~ogduarte/Htextos/maestro/node20_mn.html).  
———. 2014b. Accessed July 14. [http://www.ing.unal.edu.co/~ogduarte/Htextos/maestro/node20\\_mn.html](http://www.ing.unal.edu.co/~ogduarte/Htextos/maestro/node20_mn.html).
- “8. Geodatabases.” 2014. Accessed July 14. <http://www.todosig.es/8-geodatabases.html>.
- “Bart Koskov - Epistemowikia.” 2014. Accessed July 14. [http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=Bart\\_Kosko](http://cala.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=Bart_Kosko).
- Cristian Salazar, 18:49:37 UTC. “Modelo de Datos”. Educación. <http://es.slideshare.net/csalazarc/modelo-de-datos-14506949>.
- “Differences between Raster Dataset, Raster Catalog, and Raster Mosaic.” 2014. Accessed July 14. <http://gis.stackexchange.com/questions/53661/differences-between-raster-dataset-raster-catalog-and-raster-mosaic>.
- “eMathTeacher: Método de Mamdani de Inferencia Borrosa - Introducción a Los FIS.” 2014. Accessed July 14. <http://www.dma.fi.upm.es/research/fundmatsoftcomputing/fuzzyinf/introfis.htm>.
- “Las ‘Medias Manzanas’ Y La Lógica Difusa.” 2014. Apuntes Y Digresiones. Accessed July 14. <http://angelrey.wordpress.com/2008/12/21/las-medias-manzanas-y-la-logica-difusa/>.
- “Logicadifusa-Unal - Sistemas Basados En Lógica Difusa.” 2014. Accessed July 14. <http://logicadifusa-unal.wikispaces.com/Sistemas+Basados+en+L%C3%B3gica+Difusa>.
- “Servidores Geográficos: ¿Qué Es Una Geodatabase?” 2014. Accessed July 14. <http://servidoresgeograficos.blogspot.com/2008/07/geodatabase.html>.
- “Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)”. Accedido 16 de julio de 2014. <https://www.dane.gov.co/>.
- “Evaluación de estructuras y métodos de ajuste de reguladores”. Accedido 16 de julio de 2014. [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_185\\_184\\_133\\_1746.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_185_184_133_1746.pdf).
- “FUNCION DE PERTENENCIA”. Accedido 16 de julio de 2014. <http://www.profesorblanco.com.ar/apuntesteco/FUNCION%20DE%20PERTENENCIA.pdf>.

- “Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA”. Accedido 16 de julio de 2014. <http://www.ideca.gov.co/index.php?q=es/sections/home>.
- Katelina. “Metadatos”. Negocios, 02:36:25 UTC. <http://es.slideshare.net/katelina/metadatos-2324991>.
- “NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4611”. Accedido 16 de julio de 2014. <http://www.unal.edu.co/siamac/sig/publica/NTC4611-DE099.pdf>.
- “NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5043”. Accedido 16 de julio de 2014. <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5043.pdf>.
- “NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5660”. Accedido 16 de julio de 2014. <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5660.pdf>.
- Ponce Martínez, Lorena, Elena Rodríguez Valle, María Cedená Moyano, Lorena Ponce Martínez, Elena Rodríguez Valle, y María Cedená Moyano. “Sistema inteligente de determinación de plantas de la flora Ibérica”. Info: eu-repo/semantics/coursework, 2008. <http://eprints.ucm.es/9203/>.
- “WGS84”. Wikipedia, la enciclopedia libre, 19 de mayo de 2014. <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=WGS84&oldid=67169359>.
- “Xfuzzy 3.0”. Accedido 16 de julio de 2014. [http://www2.imse-cnm.csic.es/Xfuzzy/Xfuzzy\\_3.0/Xfuzzy3.0\\_sp.pdf](http://www2.imse-cnm.csic.es/Xfuzzy/Xfuzzy_3.0/Xfuzzy3.0_sp.pdf).