# **Capítulo VII**

## ANÁLISIS MULTIVARIANTE NO LINEAL: ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD

### 7.1. Introducción

#### El Análisis de homogeneidad es una técnica específica de cuantificación óptima múltiple que encuentra cuantificaciones que son óptimas en el sentido de que las categorías son separadas de las otras tanto como sea posible. Esto implica que los objetos en la misma categoría son graficados lo más cerca, mientras que objetos en categorías diferentes son graficados lo más alejado posible. El análisis de homogeneidad cuantifica los datos (categóricos) nominales mediante la asignación de valores numéricos a los casos (los objetos) y a las categorías.

### 7.2. Técnicas a utilizar en el análisis de datos.

El objetivo de este estudio es utilizar el análisis multivariado, examinar la interdependencia de un conjunto de variables entre ellas, o la dependencia de un conjunto de variables de las variables restantes, para esto se utilizará como una valiosa herramienta el sistema GIFI del cual se derivan todas las técnicas multivariadas clásicas como casos especiales de este.

Dos aspectos importantes de este sistema son:

* La implementación de la escala óptima de las variables a través de algoritmos de Mínimos Cuadrados Alternos, y
* El énfasis en la representación geométrica de la solución.

**7.3. Sistema GIFI.**

El sistema GIFI es una colección de técnicas multivariadas basadas en el Método de Escala Óptima, que estudian el problema de la interdependencia de las variables categóricas, en el cual se asignan números a las categorías transformando las variables, dichos números poseen la propiedad de ser óptimos con respecto a algún criterio bien definido y preservar el nivel de medida de las variables, sean estas: numéricas, nominales u ordinales.

Los datos multivariados generalmente poseen una estructura jerárquica, y las técnicas que se utilizan son esencialmente métodos de un solo grupo.

La estructura multinivel en los datos es ignorada durante el análisis, usualmente se introduce en la etapa posterior cuando al analizar los resultados de la técnica se eliminan algunas variables de fondo.

El propósito es extender las técnicas básicas del sistema GIFI , que corresponden al:

* Análisis de Homogeneidad, y
* Análisis de componentes principales no lineal.

El sistema GIFI de Análisis Multivariado no lineal, presenta la técnica básica del análisis de homogeneidad, sus extensiones y generalizaciones: El análisis de componentes principales no lineal, y además el análisis de homogeneidad de un K- conjunto, lo que equivale a una visión general del desarrollo de los métodos de escala óptima, como también a una rigurosa formulación de varias técnicas multivariadas a través de una estructura de funciones (junta, intersección y pérdida).

El propósito es extender las técnicas básicas del sistema GIFI, que corresponden al: Análisis de Homogeneidad y análisis de componentes principales no lineal. En la estructura de datos multinivel para la agrupación (clustering) de los individuos, se considera por las técnicas en el análisis, la presencia de muchos grupos y un reducido número de individuos en cada grupo, razón por la cual se tienen dos desventajas serias:

* Se necesitan estimar varios parámetros, hecho que produce la inestabilidad de las soluciones, y
* Los patrones generales y la tendencia son detectados difícilmente.

Estos dos factores conducen a los modelos que permiten adquirir fuerza de la naturaleza multinivel de los datos, incorporando conocimiento previo y mejorando la estabilidad de la solución.

El sistema GIFI multivariado no lineal, presenta la técnica básica de análisis de homogeneidad, sus extensiones y generalizaciones en un K- conjunto, esto equivale a una visión general del desarrollo de los métodos de escala óptima, como también a una rigurosa formulación de varias técnicas multivariadas a través de una estructura de funciones (de unión, junta y pérdida).

Posteriormente se procederá a extender los análisis de homogeneidad y de componentes principales a una estructura multinivel, con lo que se pretende discutir acerca de la necesidad de considerar en los modelos la estructura jerárquica de los datos, y simultáneamente expresar como una variable puede ser explicada por otras variables a través de un grupo de individuos, y cómo un grupo difiere de otro.

Se obtienen dos familias de estos modelos: El primero basado en imponer: condiciones en varios grupos en la cuantificación de las categorías y el segundo, en modelar las cuantificaciones de las categorías.

#### 7.4. Análisis de Homogeneidad

El análisis de homogeneidad cuantifica los datos (categóricos) nominales mediante la asignación de valores numéricos a los casos (los objetos) y a las categorías. El análisis de homogeneidad se conoce también por el acrónimo HOMALS, del inglés homogeneity analysis by means of alternating least squares (análisis de homogeneidad mediante mínimos cuadrados alternantes).

#### La palabra HOMALS, está compuesta por las abreviaciones HOM, para el análisis de homogeneidad y ALS alternating least. El término es utilizado para una técnica especifica de cuantificación óptima múltiple, el programa HOMALS acepta solamente variables NOMINALES múltiples. El término homogeneidad también se refiere al hecho, que el análisis será más exitoso cuando las variables son homogéneas, es decir, cuando ellas particionan los objetos (casos) dentro de grupos homogéneos.

El objetivo de HOMALS es describir las relaciones entre dos o más variables nominales en un espacio de dimensiones pequeñas que contiene las categorías de las variables, así como los objetos pertenecientes a dichas categorías. Los objetos pertenecientes a la misma categoría se representan cerca los unos de los otros, mientras que los objetos de diferentes categorías se representan alejados los unos de los otros. Cada objeto se encuentra lo más cerca posible de los puntos de categoría para las categorías a las que pertenece dicho objeto.

El análisis de homogeneidad es similar al análisis de correspondencias, pero no está limitado a dos variables. Es por ello que el análisis de homogeneidad se conoce también como el análisis de correspondencias múltiple. También se puede ver el análisis de homogeneidad como un análisis de componentes principales para datos nominales.

El análisis de homogeneidad es más adecuado que el análisis de componentes principales típico cuando puede que no se conserven las relaciones lineales entre las variables, o cuando las variables se miden a nivel nominal. Además, la interpretación del resultado es mucho más sencilla en HOMALS que en otras técnicas categóricas, como pueden ser las tablas de contingencia y los modelos loglineales. Debido a que las categorías de las variables son cuantificadas, se pueden aplicar sobre las cuantificaciones técnicas que requieren datos numéricos, en análisis subsiguientes.

#### 7.4.1. Ejemplo

El análisis de homogeneidad se puede utilizar para representar gráficamente la relación entre la categoría laboral, la clasificación étnica y el género de los empleados de una empresa. Puede que encontremos que la clasificación étnica y el género son capaces de discriminar entre las personas, pero no así la categoría laboral. También puede que encontremos que las categorías Latino y Afro-americano son similares entre sí.

#### 7.4.2. Estadísticos y Gráficos

Los estadísticos que se obtienen del análisis de homogeneidad son: Frecuencias, autovalores, historial de iteraciones, puntuaciones de objeto, cuantificaciones de categoría, medidas de discriminación. Los gráficos que el análisis efectúa son: gráficos de las puntuaciones de objeto, gráficos de las cuantificaciones de categoría, gráficos de las medidas de discriminación.

#### 7.4.3. Datos

Todas las variables son categóricas (nivel de escalamiento óptimo nominal), nominales múltiples, y tienen cuantificaciones de categorías que pueden diferir para cada dimensión. Se utiliza enteros para codificar las categorías. Para minimizar los resultados, utilizamos enteros consecutivos, comenzando por el 1, para codificar cada variable.

#### 7.4.4. Supuestos

Todas las variables del análisis tienen cuantificaciones de categoría que pueden diferir para cada dimensión (nominal múltiple). En el análisis, sólo se utiliza un conjunto de variables. El número máximo de dimensiones utilizado en el procedimiento es el más pequeño entre el número total de categorías menos el número de variables sin datos perdidos y el número de casos menos 1. Por ejemplo, si una variable dispone de cinco categorías y la otra de cuatro (sin datos perdidos), el número máximo de dimensiones es siete ((5+4) - 2). Si se especifica un número superior al máximo, se utilizará el valor máximo.

#### 7.4.5. Procedimientos relacionados

Para dos variables, el Análisis de homogeneidad es análogo al Análisis de correspondencias. Si se piensa que las variables poseen propiedades ordinales o numéricas, se deben utilizar Componentes principales mediante escalamiento óptimo. Si hay conjuntos de variables que son de interés, se debe utilizar el Análisis de correlación canónica no lineal.

La idea básica es realizar una escala de N objetos (y proyectarlos en un espacio Euclidiano de dimensiones pequeñas), en el que los objetos con perfiles similares se encuentren relativamente cerca, mientras que los objetos con perfiles diferentes se encuentren relativamente distantes. El énfasis se produce en los aspectos geométricos del problema, los principios que rigen el Análisis de Homogeneidad son:

1. Una escala que consiste en variables numéricas es **HOMOGÉNEA** si todas las variables en la escala están linealmente relacionadas.
2. Una escala que consiste en variables: nominales, ordinales y numéricas es **HOMOGENIZABLE** si todas las variables en la escala pueden ser transformadas o cuantificadas de forma tal que el resultado de la escala es homogénea.
3. La **HOMOGENEIDAD** de un conjunto de variables (centradas) es medida por el cálculo de la suma de los cuadrados dentro de los objetos y la suma de los cuadrados entre los objetos.
4. El Análisis de Homogeneidad transforma en variables numéricas (es decir, asigna valores numéricos a cada una de las categorías de las variables) a las cantidades de las variables nominales u ordinales, de tal forma que la homogeneidad es maximizada.

Para formular las propiedades mencionadas anteriormente mediante una estructura matemática precisa, se procederá de la siguiente manera:

Se tiene un conjunto de datos que comprende N observaciones, en el caso en estudio, corresponde a las viviendas encuestadas en cada una de las parroquias, y J variables categóricas, que fueron descritas en el capítulo cinco, que contarán con  categorías por variable.

En el sistema GIFI, las variables categóricas son codificadas utilizando matrices indicadoras , con las entradas , si el objeto pertenece a la categoría , y  si pertenece a alguna otra categoría; debido a que algunos objetos están en una categoría particular, mientras que las otras están en diferentes, el tratamiento de las variables, es denominado NOMINAL.

La función de pérdida está dada por:



Donde SSQ (H), denota la norma de Frobenius de la matriz H, es decir, la suma de los cuadrados de la matriz H. Para evitar las soluciones triviales correspondientes a  para toda , se requiere adicionalmente que se satisfaga:

; con número de observaciones, Matriz de Identidad.

, donde  es un vector unitario de dimensiones apropiadas.

Los elementos de la matriz , se denominan **Puntuaciones de Objetos**, mientras aquellos que pertenecen la matriz  se denominan **Cuantificaciones Categóricas.**

**7.4.6. Cuantificaciones de Categorías**.

Bajo la definición de la función de pérdida, la diferencia entre las variables transformadas  es medida por la distancia media cuadrada de una variable hipotética . Por la definición de consistencia perfecta existe, y consecuentemente la pérdida es igual a cero si: , esto es, si cada combinación lineal  es idéntica al espacio común . En este caso las puntuaciones de los objetos son perfectamente discriminantes y las cuantificaciones categóricas son perfectamente homogéneas. En el caso no perfecto, la función GIFI de pérdida puede ser minimizada por las medidas de el algoritmo de Mínimos Cuadrados Alternantes ALS (*alternating least squares*), razón por la que a partir de este algoritmo surge la solución HOMALS.

**7.5. Solución HOMALS.**

Análisis de Homogeneidad es el término utilizado para la técnica específica de cuantificación óptima múltiple, así como la correspondiente al programa computacional SPSS 10.0; algunas de sus propiedades básicas son:

Las Cuantificaciones de las Categorías y las Puntuaciones de los Objetos son representados en un espacio común.

Las soluciones sucesivas para las Puntuaciones de los Objetos no estén correlacionadas entre ellas, pero esto no implica que las cuantificaciones sucesivas de la misma variable sean no correlacionadas.

Existe una excepción a la regla anterior, si se aplica HOMALS a una situación con solamente dos variables categóricas, las cuantificaciones sucesivas de estas dos variables no serán correlacionadas, para esto, existe otro programa denominado ANACOR.

Una variable binaria (de dos categorías) puede ser cuantificada en una sola vía. Las cuantificaciones sucesivas de una variable son perfectamente correlacionadas.

Cuando todas las variables son binarias, los resultados de HOMALS son los mismos que aquellos obtenidos por el clásico Análisis de Componentes Principales, sin importar las cuantificaciones previas escogidas.

Si una variable tiene  categorías, los puntos categóricos van a ser restringidos a un espacio con  dimensiones. Una variable con  categorías nunca tiene más de  cuantificaciones no correlacionadas. De hecho, si existen más de  soluciones HOMALS, existirá dependencia lineal entre las cuantificaciones de la variable.

Un punto categórico es el centro del objeto que pertenece a la categoría.

Los objetos con patrones idénticos reciben idénticas puntuaciones de objetos. En general, la distancia entre dos puntos del objeto está relacionada con la similaridad entre los perfiles o patrones.

Una variable discrimina mejor a la extensión si sus puntos categóricos están alejados.

Si una medida discriminante es grande, los puntos categóricos están alejados entre ellos en dicha dimensión y las puntuaciones de objeto están cerca de sus puntos categóricos. De esta manera, los gráficos muestran para cada dimensión que variables son efectivas y cuales no.

La solución es expresada en términos de los valores propios, los cuales proporcionan para cada dimensión el valor promedio de las medidas de discriminación.

Si una categoría es solamente aplicada a un objeto, entonces la puntuación del objeto y el punto de la categoría coincidirán.

Los puntos categóricos con frecuencias marginales bajas estarán localizados lejos del origen del espacio común, mientras que las categorías con frecuencias marginales altas estarán localizadas cerca del origen.

Los objetos con un perfil único estarán localizados lejos del origen del espacio común, mientras que los objetos con perfiles similares estarán localizados cerca del origen.

Las cuantificaciones categóricas de cada variable, poseen una suma ponderada sobre las categorías iguales a cero.

La solución HOMALS permite trabajar con más de dos dimensiones. La solución HOMALS es anidada. Esto significa que si uno requiere una solución HOMALS - dimensional y después una segunda solución tal que  es menor que , entonces las primeras  dimensiones de la última solución son idénticas que la solución  dimensional, en otras palabras, incrementando el número de dimensiones no requiere la revisión de cuantificaciones en las dimensiones previas.

La solución para las subsecuentes dimensiones son ordenadas, esto significa que la primera solución tiene el mayor valor propio absoluto.

Se obtiene un buen resultado cuando los valores propios de la solución HOMALS son grandes y son cercanos a uno, dicho resultado implica que las variables diferentes están cerca las unas de las otras.

**7.6. Aplicación del Análisis de Homogeneidad**

A continuación se expondrá el análisis de un grupo de variables consideradas como relevantes para cada una de las parroquias del presente estudio. En el Anexo se muestra la codificación de las variables, tablas de frecuencias marginales de cada variable nominal, historial de iteraciones y las tablas de cuantificaciones de las categorías.

El primer cruce de variables nominales que se analizará para cada una de las parroquias en estudio es el de las **C*alificaciones del Servicio de Agua Potable (x15), Alcantarilado (x21), Energía Eléctrica (x29), Telefonía Fija (x38) y Recolección de Basura (x45).*** La combinación de estas cinco variables permitirá tener una idea más clara del nivel de satisfacción en que los usuarios ubiquen a los servicios básicos en estudio. Luego de ubicar la calificación de los servicios se procede a cruzar variables que se refieren a los problemas relevantes de los servicios,

Agua Potable: ***Suspensión del Servicio sin Motivo (x9) - Cobros Injustificados (x10) – Calificación (x15).***

Alcantarillado: ***Taponamiento de los Canales (x17) - Inundaciones (x18) – Calificación (x21).***

Energía Eléctrica***: Suspensión del servicio sin motivo (x23) – Cobros injustificados en las planillas (x24) – Calificación (x29).***

Telefonía Fija:  ***Suspensión del servicio sin motivo (x23) – Cobros injustificados en las planillas (x24) – Calificación (x29).***

Recolección de Basura***: Acumulación de Basura (x40) – No se lleva toda la basura (x41) – Calificación (x45).***

**7.6.1. Parroquia Sucre**

**7.6.1.1. Calificación de los Servicios Básicos**

El número de casos utilizados para el análisis es 89, el número de iteraciones que necesitó realizar el proceso de homogeneización para la entrega de los resultados es 100, los autovalores para cada dimensión son mostrados en la Tabla LV siguiente, debido a la poca diferencia existente entre ellos se concluye que ambos ejes dimensiónales tienen igual prioridad.

****

##### Tabla LV

En la Tabla LVI aparecen las medidas de discriminación para cada variable y dimensión, de modo que cuanto más alto sea el valor de la medida de discriminación de una variable determinada en una dimensión dada, más alta será la importancia de dicha variable dentro de esa dimensión, de modo que la variable nominal Calificación de Servicio de Energía Eléctrica (x29) es la variable líder en el ranking de variables explicativas de la varianza del modelo homogeneizador.



##### Tabla LVI

En el Gráfico 7.1 se observa con claridad que la variable Calificación del Servicio de Energía Eléctrica tiene mayor varianza explicativa que las demás, mientras que la variable Calificación del Servicio Telefónico es la que representa menor explicación.

****

##### Gráfico 7.1

El gráfico 7.2 expone las cuantificaciones de las categorías con etiquetas de los valores. Las cuantificaciones de categorías representan el promedio de puntuaciones de los objetos de una misma categoría. La región ***a*** captada en una nube refleja la concentración de las personas que calificaron como Muy Bueno y Bueno y Regular al Servicio de Agua Potable, Energía Eléctrica, Telefónico y Recolección de Basura; mientras que en la Región ***b*** se ubican todas las personas que calificaron a los Servicios de Energía Eléctrica, Teléfono y Recolección de Basura como malo, calificación que estará íntimamente relacionada con los problemas de los mismos.

##### Gráfico 7.2

****

***a***

***b***

El gráfico 7.3 muestra grupos de puntuaciones de objetos y los visualiza como girasoles, cada pétalo del girasol representa un número de casos

Se puede notar claramente que en el centro de los ejes caen girasoles con muchos pétalos lo que indicaría que un gran número de casos se concentran en esa región, región que agrupa a las calificaciones de los servicios básicos en: Muy Bueno, Bueno y Regular mientras que alejado del origen ubicamos girasoles con pocos pétalos los cuales corresponden a un número pequeño de casos que caen en la región de las personas que califican como Malo a los servicios, la categoría Muy Malo es en el caso del agua Potable (O5), del Alcantarillado (U5) y Energía Eléctrica tiene muy escasos pétalos por lo que se entiende que fueron pocas los habitantes encuestados de la Parroquia Sucre que eligieron esa categoría.

****

##### Gráfico 7.3

**7.6.1.2. Servicio de Agua Potable: Suspensión del Servicio sin Motivo (x9) - Cobros Injustificados (x10) – Calificación (x15).**

La suspensión sin motivo y los cobros injustificados ejercen una influencia significativa en la calificación positiva o negativa del servicio de Agua Potable, se analizó entonces las tres variables nominales: X9, X10 y X15, aplicado el proceso de homogeneización a través de las 34 iteraciones que el procedimiento consideró necesario para llegar a una solución de convergencia que refleje el ajuste total, se obtuvo que las dos dimensiones son casi igual de importantes ya que los dos valores propios son muy próximos.

****

##### Tabla LVII

En la Tabla LVIII aparecen una serie de medidas de discriminación para cada variable y dimensión, x9 y x15 tienen igual valor, y por ser las más altas discriminaciones son las variables más importantes en la Dimensión 1, en la Dimensión 2 se destaca la variable x15, de lo que se puede concluir que la Calificación del Servicio de Agua Potable en este cruce de variables es la líder en el ranking de variables explicativas de la varianza del modelo de homogeneizador.

****

##### Tabla LVIII

En el gráfico 7.4 de medidas de discriminación se refleja que las variable menos explicativa es x10 seguida x9, y la que más varianza explicada condensa (discrimina mejor) es la variable x15

****

##### Gráfico 7.4

El gráfico 7.5 muestra las Cuantificaciones de las categorías con etiquetas de valor, las mismas que son el promedio de los objetos de la misma categoría, en este caso el análisis presenta tres regiones:

La región ***a*** representa a todas las personas que nunca o rara vez han tenido suspensión de agua potable por lo que califican como Bueno al servicio de agua potable.

La región ***b*** agrupa a las personas que rara vez o frecuentemente han tenido problemas con cobros injustificados.

En la región ***c*** están las personas que siempre han tenido suspensiones del servicio sin motivo y cobros injustificados los que a su vez califican como Regular el servicio de Agua Potable.

##### Gráfico 7.5

****

***c***

***a***

***b***

###### El gráfico 7.6 de puntuaciones de los objetos refleja como en la región *a* que se denominó anteriormente caen el mayor número de casos, es decir en general el servicio de agua potable es calificado como Bueno ya que los habitantes de la Parroquia Sucre nunca o rara vez han tenido estos problemas (Suspensión del servicio sin motivo y Cobros Injustificados en las planillas). Vale mencionar que los habitantes en su totalidad a pesar de estar acostumbrados a recibir el servicio dos veces al día, manifiestan un gran descontento por esta medida que desde hace muchos años atrás se aplicó.

###### Gráfico 7.6

**7.6.1.3. Servicio de Alcantarillado: Taponamiento de los Canales (x17) - Inundaciones (x18) – Calificación (x21).**

El proceso de homogeneización utilizó 24 iteraciones para que se cumplan los criterios de convergencia, la dimensión 1 tiene mayor grado de importancia que la dimensión 2 en la solución ****global.

**Tabla LIX**

Las medidas de discriminación están dadas en la tabla LX, y en el gráfico 7.7 se puede notar como la variable x18, Inundaciones por taponamientos es la que mejor discrimina en ambas dimensiones, las variables menos explicativas son x17 y x21.



##### Tabla LX

****

##### Gráfico 7.7

El gráfico 7.8 de cuantificaciones, expone tres regiones, ***a*** que asocia a las personas que calificaron al servicio de alcantarillado como regular por tener frecuentemente inundaciones cada vez que llueve y porque rara vez hay taponamientos de los canales de alcantarillado, los casos para esta región son numerosos, según se observa en el gráfico 7.9 de puntuaciones de objetos; para la región ***b*** conforme al gráfico 7.9 donde se muestran pocos pétalos se tiene un escaso número de personas que califican como Malo al servicio debido a que siempre han tenido taponamientos de los canales e inundaciones; como consecuencia del mayor número de pétalos en los girasoles ubicados en la región ***a*** el servicio de alcantarillado es calificado como Regular.

##### Gráfico 7.8

****

***b***

***a***

****

##### Gráfico 7.9

**7.6.1.4. Servicio de Energía Eléctrica: Suspensión del servicio sin motivo (x23) – Cobros injustificados en las planillas (x24) – Calificación (x29).**

El modelo homogeneizador efectuó 26 iteraciones para cumplir con los criterios de convergencia necesarios, los autovalores de las dimensiones ubican a la dimensión 1 como la dimensión de más importancia por tener un valor mayor y cercano a uno.

****

##### Tabla LXI

Las medidas de discriminación mostradas en la Tabla LXII indican que la variable con mejor porcentaje de explicación de entre las variables explicativas de la varianza del modelo de homogeneización es la Calificación del servicio de Energía Eléctrica (x29), el gráfico 7.10 afirma esta hipótesis, dejando a las variables x23 y x24 cercanas a los ejes dimensionales y por ende con menor porcentaje de explicación.



##### Tabla LXII

****

##### Gráfico 7.10

****

El gráfico 7.11 muestra las cuantificaciones de las categorías con las etiquetas de valor, resaltan tres regiones ***a, b*** y ***c*** que agrupan a los habitantes que han tenido rara vez suspensiones del servicio (x2) y nunca cobros injustificados (w1), por lo que lo califican como Bueno; la segunda región consolida a los casos que califican como regular al servicio por haberse presentado frecuentemente suspensiones y rara vez cobros injustificados; la última región califica como malo al servicio ya que siempre tienen suspensiones y cobros injustificados.

Al observar el gráfico 7.12 nos damos cuenta que el mayor número de casos recae en la región ***a*** por lo que se concluye que el servicio de Energía eléctrica en su generalidad es Bueno.

**Gráfico 7.11**



***b***

***a***

***c***

##### Gráfico 7.12

****

**7.6.1.5. Servicio de Telefonía Fija: Suspensión del servicio sin motivo (x23) – Cobros injustificados en las planillas (x24) – Calificación (x29).**

En la tabla LXIII, se observa que las dos dimensiones son casi igual de importantes ya que los dos valores propios son muy próximos.

****

##### Tabla LXIII

La tabla LXIV y el gráfico 7.13 detalla e ilustra respectivamente las medidas de discriminación para cada variable, de donde se obtiene que la variable que mejor discrimina en la solución es la variable x34 que se refiere a los cruce de líneas telefónicas.

##### Tabla LXIV

****

##### Gráfico 7.13



El gráfico 7.14 indica que la frecuencia con la que han ocurrido suspensiones del servicio, cobros injustificados y cruces de líneas presentan un número de casos significativo, según cantidad de pétalos que se observan por cada girasol, calificando además a este servicio como bueno.

****

##### Gráfico 7.14

****

##### Gráfico 7.15

**7.6.1.6. Servicio de Recolección de Basura: Acumulación de Basura (x40) – No se lleva toda la basura (x41) – Calificación (x45).**

En la iteración vigésimo tercera se alcanza los criterios de convergencia y resulta que la dimensión 1 es la que discrimina mejor a la solución de homals.

****

##### Tabla LXV

Las medidas de discriminación y la ilustración de ellas se muestran en la Tabla LXVI y en el gráfico 7.16, donde se observa claramente como la variable No se lleva toda la basura el carro recolector (x41) es la que mayor porcentaje de explicación posee, mientras que las variables menos explicativas son x40 y x45.

****

##### Tabla LXVI

##### Gráfico 7.16

****

El gráfico 7.17 de cuantificaciones aloja en dos regiones ***a*** y ***b*** las personas que manifestaron en la encuesta que nunca hay acumulación de basura o el carro recolector no se lleva toda la basura, calificando al servicio entonces como Muy bueno, resultado que se lo observa en el gráfico 7.18 de puntuaciones de objeto, donde el número de pétalos agrupado es menor que el de la región b donde se califica al servicio como Bueno, debido a que frecuentemente el carro recolector no se lleva toda la basura, especialmente si se trata de retazos de madera, materiales de construcción, etc. Finalmente este servicio es calificado como Bueno.

##### Gráfico 7.17

****

***a***

***b***

##### Gráfico 7.18

****