



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingenierías
Departamento de Matemática y Estadística

MONOGRAFÍA DE GRADO

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el período comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Autores:

Br. Crista María Dávila.

Br. Norlan Javier Mercado Hernández.

Br. William José Cuarezma Palacios.

Tutor: Msc. José David García.

Asesor Metodológico: Msc. Leonardo Gonzáles Estrada.

Diciembre 2018
Managua, Nicaragua.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Dedicatoria

A Dios por darnos la oportunidad y el privilegio de culminar una carrera universitaria. Por haber puesto en nuestro camino a personas que nos ayudaron a alcanzar esta meta.

A nuestra sociedad, a la que esperamos contribuir y retribuir todo el aporte cultural, económico e intelectual recibido a través de diferentes medios.

A nuestros padres, quienes nos han dedicado años de esfuerzo y lucha para poder impulsarnos hacia un futuro mejor. Los amamos.

A nuestra querida universidad UNAN-Managua, fuente de conocimiento y superación; por haber contribuido enormemente a nuestra formación personal y profesional

A todas aquellas personas, familiares, docentes y amigos, que de alguna forma han contribuido en la realización de este trabajo.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Agradecimiento

A Dios por habernos acompañado a lo largo de nuestra carrera, por darnos fuerza y perseverancia en los momentos difíciles; por llenar nuestras vidas de aprendizajes, experiencias y oportunidades.

A la patria con la cual estamos comprometidos a luchar de ser necesario, por defender su libertad, soberanía e independencia.

A nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra trayectoria, por sus valores inculcados.

A la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados ENACAL, por confiar en nosotros y haber puesto a nuestra disposición la información necesaria que sirviera de materia prima para este trabajo.

A nuestros tutores, Msc. David García y Msc. Leonardo Gonzales Estrada, por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a todo el personal, docentes y administrativos, del departamento de Matemática y Estadística por su atención y amabilidad en todo lo referente a nuestra vida como alumnos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Resumen

La estadística actúa como vehículo para determinar patrones y tendencias que permitan describir el estado actual y predecir, asociado a un nivel de error, el estado futuro de un suceso de interés. Resulta de mucha utilidad la implementación de los métodos estadísticos en el tratamiento y resolución de problemas sociales, industriales, económicos, políticos, entre otros; pues dichos métodos tienen como objetivo encontrar información relevante, expresada de una manera comprensible sin perder objetividad.

La elaboración del presente estudio permitió la identificación y caracterización de grupos de barrios, del Distrito V del municipio de Managua, mediante la implementación de técnicas de aprendizaje no supervisado, así como la implementación de un modelo predictivo multivariante para la clasificación en niveles de riesgo de usuarios futuros.

El principal hallazgo encontrado es que una de las maneras más sencillas y posiblemente económicas para dar solución a los problemas de horario de abastecimiento en los barrios de alto riesgo, es conectarlos a la red de tuberías de los barrios con un nivel de riesgo bajo o nulo, dado que estos barrios de alto riesgo en su mayoría se encuentran cercanos a la agrupación de barrios de bajo riesgo, esto se respalda con la ubicación de dichos barrios, que se representan en la georreferenciación de los clústeres encontrados en el estudio.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Índice	Página
I. Introducción	7
II. Antecedentes	8
III. Justificación	11
IV. Planteamiento del problema	13
V. Objetivos	14
5.1 Objetivo General:	14
5.2 Objetivos Específicos:	14
VI. Marco Teórico	15
6.1. Generalidades del Agua	15
6.1.1. El agua	15
6.1.2. Calidad del Agua	15
6.1.3. Contaminación del agua potable	16
6.1.4. Red de distribución	17
6.1.5. Funciones de la red de distribución.	17
6.1.6. Empresa responsable de la distribución del agua potable	18
6.2. Reseña Histórica de ENACAL	19
6.3. Logística de operación comercial	19
6.4. Usuarios y tarifas	19
6.5. Horarios de abastecimiento y cobertura	20
6.6. Consumo del agua y pago por el servicio	21
6.7. Sucursales y zonas de división	22
6.8. Características generales del Distrito V	23
6.9. Reseña histórica del Distrito V	23

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

6.10.	<i>Zonas comerciales y cobertura de servicios</i>	23
6.11.	<i>Georreferenciación</i>	25
6.12.	<i>Políticas de agua y saneamiento</i>	26
6.12.1.	<i>Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH)</i>	26
6.12.2.	<i>Política de agua y saneamiento</i>	26
6.12.3.	<i>Ley ligada al acceso y cobertura de agua potable</i>	27
6.12.4.	<i>Indicadores de gestión</i>	28
6.12.5.	<i>Importancia de indicadores de gestión de agua potable en Nicaragua</i>	29
6.13.	<i>Big Data</i>	29
6.13.1.	<i>Metodología CRIPS - DM</i>	31
VII.	<i>Hipótesis de investigación</i>	34
VIII.	<i>Diseño metodológico</i>	35
8.1.	<i>Tipo de estudio</i>	35
8.2.	<i>Área de estudio</i>	35
8.3.	<i>Universo y muestra de estudio</i>	36
8.4.	<i>Definición y operacionalización de variables</i>	36
8.5.	<i>Matriz de operacionalización de variables</i>	37
8.6.	<i>Herramientas informáticas</i>	39
8.7.	<i>Técnicas e instrumentos de preparación de datos</i>	39
8.8.	<i>Plan de tabulación y análisis estadístico</i>	40
IX.	<i>Resultados</i>	42
9.1	<i>Limpieza y preparación de los datos</i>	42
9.2	<i>Características, del servicio brindado por ENACAL, y de consumo de agua potable por parte de los usuarios y barrios del Distrito V de Managua</i>	46

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

9.3	<i>Agrupaciones de los distintos usuarios y barrios según los principales rasgos en el estudio.....</i>	70
9.4	<i>Sistema de alerta georreferenciado de acuerdo a la predicción de los niveles de riesgos de horarios de abastecimientos de agua potable, según usuarios.</i>	95
X.	Análisis y discusión de los resultados.....	106
XI.	Conclusiones.....	109
XII.	Recomendaciones.....	111
XIII.	Bibliografía.....	113
	Anexos.....	115

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

I. Introducción

En los últimos años la ciencia Estadística ha tenido una marcada presencia en los distintos sectores de desarrollo y en el proceso de obtención de información objetiva que permita la correcta toma de decisiones. En este sentido, la estadística actúa como vehículo para determinar patrones y tendencias que permitan describir el estado actual y predecir, asociado a un nivel de error, el estado futuro de un suceso de interés.

Esto lo podemos evidenciar en la cobertura de horarios de abastecimiento de agua potable, lo cual es una temática de relevancia plasmada en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH, 2012-2016), por su importancia para el aseguramiento de la salud y el desarrollo socio económico. La presente investigación plasma un panorama objetivo, basado en hechos reales, de las características y patrones de comportamiento de los usuarios de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL. Se pretende, al mismo tiempo, identificar grupos en niveles de riesgo con el fin de propiciar una alerta que de paso a la implementación de un plan de contingencia en auxilio a las zonas con mayor escasez de agua potable.

Los resultados a presentar son producto de la implementación de múltiples herramientas y metodologías propias de la Estadística que en su conjunto, y con la comprensión del problema, abrieron un abanico de resultados que permitieron generar información de alto valor sobre la zona estudiada.

La implementación de la georreferenciación se hizo presente con el fin de facilitar al lector la comprensión e identificación de los grupos encontrados.

Finalmente, el presente trabajo pretende contribuir a la identificación; primera etapa de la solución de un problema, y tratamiento de una problemática empresarial y a la misma vez social, a través de métodos estadísticos que generen información veraz para el beneficio de los involucrados. Así mismo, el presente documento aspira motivar más estudios en torno a problemáticas sociales mediante métodos estadísticos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

II. Antecedentes

A nivel mundial el agua potable se vuelve más escasa, sumado a esto, su distribución y abastecimiento se vuelve cada vez más una problemática. La disponibilidad del agua potable por persona está disminuyendo. El Informe Mundial del Desarrollo del Agua de la UNESCO (2003), de su Programa mundial para la estimación del agua señala que en los próximos 20 años la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en 30%. Algunos especialistas en el tema han estimado que la demanda de agua potable será 56% mayor, es decir, muy superior al crecimiento de la población (Banco Interamericano del Desarrollo [BID], 2015).

El mundo dispone de abundancia de agua dulce, aunque está desigualmente repartida. No obstante, su gestión deficiente, la escasez de recursos y los cambios medioambientales hacen que uno de cada cinco habitantes del planeta no tenga acceso al agua potable y que el 40% de la población mundial no disponga de sistemas básicos de saneamiento (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2006).

Se estima que en América Latina y el Caribe el 43% de la población rural no tiene acceso al abastecimiento de agua con una calidad apropiada para el consumo humano y para usos domésticos como la higiene personal (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS/OPS], 2004).

Entre los años 1990 y 2010, más de 2,000 millones de personas obtuvieron acceso a fuentes mejoradas de agua potable, como por ejemplo suministro de agua por medio de tuberías y pozos y a finales del 2010, cerca de 6,100 millones de personas que equivale a un 89% de la población mundial, utilizaban fuentes mejoradas de agua potable, se trata de un 1% más que la cifra que figuraba en la meta de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), un 88% (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2012).

En Centroamérica y República Dominicana en la zona rural solo el 63.33% de la población tenía acceso a fuente mejorada de agua potable en 1990. En 2006 el 81% de la población rural tenía una fuente mejorada de agua potable. En las zonas urbanas se redujo de 8.2% en

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

1990 al 4.28% en 2006 la población que posee una fuente no mejorada de agua potable en la zona rural se redujo de 36.66% en 1990 a 19% en 2006 la población que no posee acceso a una fuente mejorada de agua potable (OPS, 2015).

Los niveles de acceso a servicios mejorados en abastecimientos de agua y saneamiento, en Nicaragua son bajos en comparación con los estándares regionales, representando en el año 2005 el 76.7% y el 84.6% respectivamente. Sin embargo, desde 1990 se han logrado avances significativos en las zonas rurales. En las zonas rurales el acceso a servicios mejorados de abastecimiento de agua ha aumentado significativamente de 46% en 1990 a 63% en el 2004, mientras que el acceso a servicios mejorados de saneamiento incrementó de 24% en 1990 a 34% en el 2004 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007).

La cobertura de agua potable en la zona urbana es mayor en contraste a la cobertura de la zona rural. Según ENACAL (2008) refleja que: “la cobertura de agua potable en la zona urbana es del 77%; es decir, aproximadamente 2, 444,420 habitantes y en el área rural la cobertura es de sólo 56%, que corresponde a 1, 396,811 de habitantes”. La demanda de agua para uso doméstico se ha incrementado anualmente como resultado del alto crecimiento poblacional del país, 1.3% anual (INIDE, 2008); a pesar de ello el suministro municipal no ha sido aumentado congruentemente.

Desde los años 80, El Centro Nacional de Diagnóstico y Referencia ejecuta un plan de vigilancia de la calidad bacteriológica del agua de consumo mediante la determinación del NMP de Coniformes Totales y Termo tolerantes, el cual en un inicio fue a nivel nacional, en la actualidad esta vigilancia se circunscribe al departamento de Managua (FAO, 2007).

A nivel de Distritos en los últimos años la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), anunció que avanza de forma satisfactoria en la perforación de un pozo que mejorará el abastecimiento de agua potable a familias del barrio “La Trompera”, en el Distrito V de Managua.

En uno de los proyectos más recientes el Gerente de Construcción de Pozos de ENACAL, detalló que este pozo tendrá una profundidad de 1,200 pies y una producción de 800 galones

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

de agua por minuto; con capacidad de abastecer a 14 mil 600 personas. El impacto que tendrá este proyecto es mejorar el horario de abastecimiento de agua potable a la población, la cual normalmente solo contaba con el vital líquido durante horas de la noche (8 horas), y con este pozo, ahora contará con 16 horas continuas (Chávez, 2016).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

III. Justificación

La importancia de este trabajo es de suma trascendencia y de alto impacto social, ya que se investigará las necesidades en cuanto al servicio del agua potable, con el objetivo de identificar los principales problemas de distribución, horarios de abastecimiento y consumo de agua potable en los distintos barrios del Distrito V de Managua.

Por lo cual la Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados ENACAL, está interesada en la realización de este trabajo, con la finalidad de enriquecer y fortalecer sus sistemas de registros de los horarios de abastecimientos que poseen los usuarios según su lugar de residencia para así poder obtener información, que indique el estado actual del acceso al agua.

Esto con la finalidad de conocer el cumplimiento de las políticas de mejora de la distribución y accesibilidad del agua potable, establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo Humano edición 2012-2016, las cuales, en conjunto con los lineamientos de política establecidos en el modelo CRISOL fomentaran la satisfacción de necesidades básicas, la distribución equitativa y el uso racional de los recursos entre otros.

Las políticas antes mencionadas deben ser aplicadas a lo largo y ancho del territorio nacional, pero dado a la finalidad del presente estudio la investigación se realizará solo para un segmento geográfico.

Se tomó la decisión de seleccionar el Distrito V de Managua por múltiples factores tales como, que en ese sector existe la mayor concentración de la economía en Managua, además que existe una pluralidad económica y social, con el fin de estudiar el comportamiento del horario de servicio según los distintos estatus sociales presentes en este sector, además que es el sector con más alto crecimiento urbano (Torres, n.d.).

La relevancia metodológica que pretende aportar esta investigación radica en la implementación del modelo CRIPS-DM como una metodología de minería de datos que

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

incluye las descripciones de las fases normales de un proyecto, las tareas necesarias en cada fase y una explicación de las relaciones entre ellas.

En resumen, con esta investigación se obtendrá conocimientos básicos de métodos cuantitativos, incluyendo los métodos estadísticos, para la toma de decisiones óptimas, utilizando eficientemente las herramientas conceptuales y metodológicas que permitan formular proyectos de investigación ligadas al desarrollo local con énfasis en la distribución del vital líquido.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

IV. Planteamiento del problema

En la actualidad, estamos frente a un crecimiento acelerado de la población mundial, por lo cual muchos expertos se han planteado de que si hay suficiente agua potable para poder dar cobertura a todos los habitantes del planeta.

La respuesta es un poco desalentadora, ya que los recursos naturales, sobre todo los recursos hídricos son cada vez más escasos, con una mayor contaminación y presión social sobre ellos. A nivel mundial 1,700 millones de personas carecen de acceso a agua potable y 3,300 no disponen de servicios de saneamiento adecuado (J. Cortés, n.d.).

En Nicaragua, este comportamiento de cobertura de agua potable es un tanto igual. Puesto que el 85 % de los nicaragüenses tiene acceso al agua potable, con mayor cobertura en áreas urbanas (98 % comparado con el 68% de áreas rurales) (BID, 2015).

En Managua se tiene una ardua tarea en el abastecimiento de agua potable para el gran número de habitantes que se han venido acumulando en los últimos años en la capital de la nación, sobre todo en las regiones altas de la ciudad.

De acuerdo al Censo 2005, en el municipio de Managua habitaban 937,489 personas, diez años después se calculan en 1.48 millones, es decir el 24% del total de la población nacional. El crecimiento de la población se da principalmente en las zonas altas, explican los expertos (100% NOTICIAS, 2015).

Uno de los distritos de la zona alta de Managua es el Distrito V, el cual según información del MANFUT, establece que es la zona que presenta el mayor potencial para el crecimiento Urbano, previsto dentro del Plan General de Desarrollo Urbano de la Ciudad (Torres, n.d.).

Esto implica una mayor necesidad de cobertura de agua potable, la cual se espera que crezca al ritmo del crecimiento de la población para este distrito.

Por lo cual resulta bastante interesante plantearse la siguiente interrogante, ¿Hay suficiente agua potable para poder dar cobertura y garantizar el consumo equitativo a todos los habitantes del Distrito V de Managua?

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

V. Objetivos

5.1 Objetivo General:

Analizar la Cobertura del servicio y consumo del agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

5.2 Objetivos Específicos:

1. Describir las características, del servicio brindado por ENACAL, y de consumo de agua potable por parte de los usuarios y barrios del Distrito V de Managua.
2. Determinar agrupaciones de los distintos usuarios y barrios según los principales rasgos en el estudio.
3. Diseñar un sistema de alerta georreferenciado de acuerdo a la predicción de los niveles de riesgos de horarios de abastecimientos de agua potable, según usuarios.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

VI. Marco Teórico

6.1. Generalidades del Agua

6.1.1. El agua

Es un líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). A presión atmosférica normal (760mm de mercurio), el punto de congelación del agua es a los 0°C y su punto de ebullición, a los 100°C. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura.

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal.

El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes. Es uno de los agentes ionizantes más conocidos. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro, manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de la industria (K. Contreras, J. Contreras, M. Corti, J. De Sousa, M. Durán, 2008).

6.1.2. Calidad del Agua

El agua se evaluará en cuanto a su calidad ensayando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Es necesario que los ensayos que evalúan dichos parámetros de calidad, deben tener aceptación universal. En este sentido, las guías OMS, recogen valores guías cuyo objetivo es servir de base para la elaboración de normas nacionales que, debidamente aplicadas, aseguren la inocuidad del agua abastecida mediante la eliminación, o la reducción o una concentración mínima de los componentes considerados como nocivos para la salud.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Esta calidad debe de cumplir ciertos estándares tales como parámetros físicos y químicos, los cuales se presenta, en el (cuadro 1):

Cuadro 1. Parámetros Físicos y Químicos

Parámetros físicos y químicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
pH	Valor pH	6.5 a 9.5	
Cloruros	Mg/ L		250 a 300
Dureza calcica	Mg/ L		100 a 300
Sulfatos	Mg/ L		250
Calcio	Mg/ L		100
Magnesio	Mg/ L	30	50
Sodio	Mg/ L	25	200
Turbidez	UNT		5
Sol. Tot. Dis.	Mg/ L	200	1,200
Cloro residual libre	Mg/ L	0.2 a 0.5	
Nitratos	Mg/ L		50
Nitritos	Mg/ L		3
Color	UCV		15

Fuente: (ENACAL, n.d.)

6.1.3. Contaminación del agua potable

Para que el agua sea potable debe estar exenta de sustancias nocivas a la salud humana, se presentan algunas de ellas a continuación:

- ***Contaminación de Origen Industrial:***

Los contaminantes contenidos en agua de origen industrial son innumerables, dependiendo del tipo de producción. Podemos solo decir que la contaminación puede ser debida a materias inorgánicas que se encuentran en suspensión y/o en solución y también a sustancias orgánicas como los desechos químicos, fermentables y los más peligrosos.

- ***Contaminación de Origen Agrícola:***

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En este tipo de agua se puede normalmente encontrar dos tipos de problemas. El primero es causado por los pesticidas a base de arsénico, mercurio, cobre y los pesticidas orgánicos, órganos clorados y organofosforados (Repetto, 1991).

6.1.4. Red de distribución

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades (EOI, 1987).

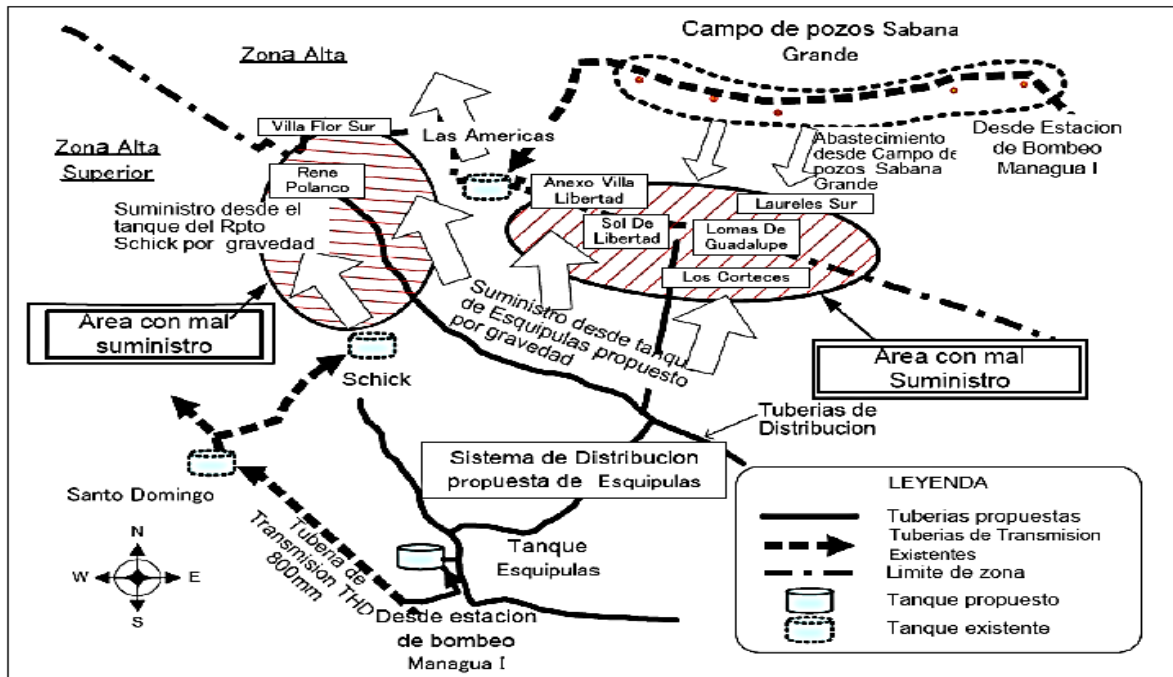
6.1.5. Funciones de la red de distribución.

El o los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones principales: suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura y proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, [INAA], 1999).

La siguiente imagen describe un ejemplo de una red de distribución en la sucursal de Altamira, que comprende la Zona Alta y Zona Alta Superior de Managua, ver (figura 1).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 1. Red de distribución de la sucursal de Altamira, ENACAL



Fuente: (PRASMA, 2012)

6.1.6. Empresa responsable de la distribución del agua potable

La empresa responsable en la administración, tratamiento y distribución del agua potable en Managua, es la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, cuyas oficinas centrales están ubicadas en el Km 5 carretera sur.

Dicha empresa es la entidad pública que debe implementar la política de agua para el consumo humano y el alcantarillado sanitario, el uso eficiente y racional de las fuentes de aguas subterráneas y superficiales, destinadas al agua potable que beneficiarán a la sociedad en general, pero con mayor prioridad hacia los sectores menos atendidos por los gobiernos pasados (ENACAL, 2005).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

6.2. Reseña Histórica de ENACAL

Como parte del proceso de la transformación de las empresas públicas en 1991, se inició el proceso de modernización de INAA, y en 1995 da comienzo el Programa de Reforma de las Empresas Públicas en el sector de Agua y Saneamiento.

En 1997 se produce a lo interno del INAA la separación de funciones: Coordinación Sectorial, Fiscalización, Regulación y Operación de los Servicios y para 1998 deriva la aprobación y promulgación de las leyes, decretos y Reglamentos que conformarán el nuevo marco jurídico y legal del sector a partir del 1998.

Amparados en las reformas de la Ley Orgánica del INAA publicadas en la Gaceta Diario Oficial del 28 Enero de 1998, Leyes Nos: 275 Y 276, se prosiguió el proceso de reestructuración del sector de agua potable y alcantarillado sanitario, a fin de dar cumplimiento a estas leyes, procediendo a establecer la separación de las actividades operativas, normativas y empresariales, constituyéndose dos órganos con subordinación directa de la Presidencia de la República, el INAA Ente Regulador y ENACAL Empresa Operadora de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, ésta última se reestructura organizacionalmente para convertirse en una Empresa Operadora de los Servicios de Giro Comercial (ENACAL, 2005).

6.3. Logística de operación comercial

Como toda empresa, ENACAL posee su propia terminología de operación en el sector comercial, las cuales se describen a continuación:

6.4. Usuarios y tarifas

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Los usuarios son todos y cada uno de las personas, instituciones, empresas, etc, que poseen un contrato vigente de les certifica como clientes de dicha empresa, a los cuales se les clasifican para la aplicación del cobro por el servicio según las distintas tarifas, las cuales son categorías impuestas por la empresa según el usuario, tomando en cuenta características de ubicación, actividad económica, entre otras. Las tarifas vigentes de la empresa son:

- **Tarifa Subsidiada o de Asentamiento:**

Comprende a los clientes donde se brinda el servicio de agua potable y alcantarillado en los Asentamientos (definidos por las Alcaldías), Cuarterías y algunos Puestos Públicos.

- **Tarifa Domiciliar:**

Esta Tarifa se aplica a los clientes con servicio exclusivo de uso doméstico en Barrios, Colonias y Repartos clasificados como de ingresos medios.

- **Tarifa Residencial:**

Esta Tarifa es aplicada en clientes ubicados en Sectores Residenciales de conformidad a lo clasificado por las Alcaldías Municipales.

- **Tarifa Generadores de Subsidio:**

Esta Tarifa es aplicada a los Comercios, Industrias y Gobierno. Entran dentro de la categoría Gobierno, todas las entidades de Gobierno centralizadas y descentralizadas, y los Gobiernos Municipales.

6.5. Horarios de abastecimiento y cobertura

Los horarios de abastecimiento, es el tiempo en horas en que la empresa pone a la disposición del vital líquido a la población, estos pueden variar ya sea en el día o en la noche si es el caso de 1 a 8 horas; si se tiene acceso al agua en un horario de 9 a 24 horas hay una mezcla entre el día y la noche, es por esto es que ya se tiene establecido los distintos horarios, los cuales son presentados a continuación, ver (cuadro 2).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cuadro 2. Clasificación de los horarios de abastecimiento

Ninguno	Problemas de abastecimiento
1 a 2 horas día	Servicio deficiente
1 a 2 horas noche	
3 a 5 horas día	
3 a 5 horas noche	
6 a 8 horas día	
6 a 8 horas noche	
9 a 18 horas	Servicio regular
19 a 24	Servicio excelente

Fuente. Mejora de Horarios de Abastecimiento 2016.

Según información de un estudio realizado en el 2016, se establece que el 68% de la población en Managua goza de un servicio excelente esto es (19 a 24 horas), ver (cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación del Horario de Abastecimiento

Clasificación	Porcentaje
Problemas de Abastecimiento	8,6
Servicio Deficiente	10,5
Servicio Regular	12,9
Servicio Excelente	67,9
Total	100,0

Fuente. Mejora de Horarios de Abastecimiento 2016.

6.6. Consumo del agua y pago por el servicio

La empresa de acueductos y alcantarillados, posee una dirección de estadísticas comerciales para el análisis de consumo de agua y pago por el servicio en córdobas, predestinado, según datos históricos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Denominan al consumo de agua en metros cúbicos, al volumen de agua consumida que los medidores de los usuarios marcan mensualmente, restando la lectura del mes anterior con la actual, (Si es un usuario medido), si no es un usuario medido se le factura un promedio según el consumo de los últimos 6 meses.

Tanto para los usuarios medidos y no medidos existe una regulación en cuanto al precio o al pago del consumo de agua según las distintas tarifas, a continuación, se muestran el consumo promedio en metros cúbicos y la tarifa promedio en córdobas por metro cubico, (cuadro 4).

Cuadro 4. Pago por el servicio en córdobas por metro cubico consumido

TARIFA	CONSUMO PROMEDIO EN METROS CUBICOS	TARIFA PROMEDIO EN CORDOBAS POR METRO CUBICO
Asentamiento	19.79	4.53
Asentamiento No Medido	25.76	4.52
Domiciliar	25.02	12.94
Domiciliar No medido	23.11	9.51
Residencial	100.66	22.83
Residencial No Medido	25.8	16.31

Fuente: Actualización Catastral ENACAL 2017

6.7. Sucursales y zonas de división

La empresa aguadora posee una subdivisión particular, para la atención mejorada de sus usuarios, ya que dividen a la capital en varias regiones o zonas según la ubicación geográfica, estas zonas son: Zona Baja, Zona Alta y Zona Alta superior, dicha zonas poseen sucursales de atención, las sucursales que existen son: Asososca, Portezuelo y Altamira.

En esta investigación se trabaja con todos los usuarios de la sucursal de Altamira que corresponde todo el Distrito V y ciertos traslapes con el distrito I, y VII, y puntos aledaños de Masaya.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

6.8. Características generales del Distrito V

El Distrito V es uno de los 7 Distritos en que se encuentra dividida la ciudad de Managua, Nicaragua. Cuenta con una superficie de 82.61 km², con una densidad poblacional de 4, 364 personas por km². Se encuentra ubicado en las coordenadas 12°05'27"N y 86°13'30"O. El Distrito V limita: al norte con los Distritos I, IV y VII; al sur con el municipio de Ticuantepe, al este con el municipio de Nindirí y al oeste con los Distritos III y I.

Está compuesta con 156 Barrios de los cuales 39 son Residenciales, 38 Barrios, 12 Urbanizaciones, 61 Asentamientos y 6 Comarcas. Este Distrito ha mostrado un importante crecimiento urbano donde han surgido en los últimos años nuevas urbanizaciones de tipo suntuario dirigido a las clases sociales de mayores ingresos económicos.

6.9. Reseña histórica del Distrito V

A raíz del crecimiento horizontal de la ciudad de Managua en el año 1989, con el Decreto 421 se crean los distritos del municipio Managua, con el objetivo de descentralizar la administración municipal, fortaleciendo la implementación de los planes y programas sectoriales, incluyendo el control y desarrollo urbano. Posteriormente, producto de su ubicación geográfica y a fin de brindar una mejor atención a la población la Ley 329, del año 1999 creó los municipios de Ciudad Sandino y El Crucero, que hasta ese momento eran el Distrito I y VII respectivamente, quedando el municipio de Managua con cinco distritos. En el año 2009, 20 años después de su creación, con la Ordenanza Municipal 03-2009 se crean los actuales siete distritos para brindar una mejor atención a la población.

6.10. Zonas comerciales y cobertura de servicios

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Al igual que el Distrito III, la mayor parte de su superficie no está urbanizada y donde lo está se encuentra el centro comunitario Eduardo Contreras, en él se ubica el segundo mercado más importante de Nicaragua, como es el Roberto Huembés o Central, a su alrededor se encuentran un Centro de Salud, una Estación de Bomberos, las oficinas del Tránsito Nacional, Delegación Distrital de la Alcaldía de Managua, Oficinas de Rentas, IRTRAMMA, Centro de Desarrollo Infantil Claudia Chamorro y la terminal de buses de transporte interurbano que viajan hacia el sur y oriente del país.

Muy cercano a dicho centro comunitario también está el Hospital Infantil “La Mascota” de referencia nacional, el centro comercial Managua y muchos barrios tradicionales populares, cuya población tuvo una participación muy combativa en la toma de Managua, durante la guerra de liberación nacional de los años 70; tal es el caso de la Nicarao, 14 de septiembre, La Fuente, 10 de junio, Reparto Schick, El Dorado (donde se ubicaba el Estado Mayor guerrillero), entre otros.

En este complejo también se ubica las oficinas de IRTRAMMA, empresa adscrita de la Alcaldía, la cual regula el transporte urbano colectivo y selectivo de la capital. En la parte sur se localizan muchos repartos residenciales modernos y de lujo como Las Colinas, Las Praderas, Santa Mónica, Santo Domingo, Altos de Santo Domingo, La Estancia, Los Palmares, entre otros, que se articulan a lo largo de la carretera a Masaya. El Distrito tiene una zona urbana y las comarcas de Jocote Dulce, San Isidro de La Cruz Verde, Santo Domingo, San Antonio Sur, Esquipulas y Las Jagüitas.

Debido a su posición geográfica este Distrito es importante ya que está rodeado de importantes pistas, zonas residenciales, extensas áreas de cultivo agrícola, industrias, escuelas, universidades, hoteles, entre otros, también este territorio cuenta con modernos centros comerciales entre los cuales se encuentran Metrocentro, Centro Comercial Managua, Camino de Oriente, Plaza de Compras, San Francisco, Delta.

El sector de la Carretera a Masaya en este distrito constituye el área donde se está desarrollando la ciudad de manera ordenada, la que se caracteriza por un comercio dirigido a la clase alta y media alta y es la cara más moderna de la ciudad, formando corredores

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

comerciales a lo largo de la carretera. Es en este territorio donde se han realizado las principales inversiones comerciales y de servicio en los últimos cuatro años por lo que se identifica como el nuevo centro de la ciudad.

Por otro lado, dado que en este distrito se encuentra el área residencial más exclusiva de la ciudad, existen muchas de las embajadas acreditadas en nuestro país, sumando la cantidad de 29. En su territorio se encuentran proyectadas y en construcción edificaciones que serán de gran relevancia para la capital, entre las cuales sobresalen el Edificio Pellas, un centro comercial que será construido frente a la Rotonda Jean Paul Genie, la sede central del Banco de Finanzas, entre otros.

6.11. Georreferenciación

Es vital hacer énfasis en la utilidad que se le dará a la georreferenciación, con la finalidad de visualizar en un espacio definido la información y así poder tener un horizonte para la aplicación de la misma la cual es de mucha importancia para la creciente demanda de estadísticas con un elevado detalle territorial para un análisis espacial más preciso.

La georreferenciación es el posicionamiento de un objeto espacial sobre una posición en la tierra, con un sistema de coordenadas determinado.

También se define como: “El uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas”. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG (sistemas de información geo referenciada) (V. Ramírez, 2017).

- **Coordenadas:** Están formadas por dos componentes que son latitud y longitud. La posición norte-sur de un punto está dada por su latitud, mientras que su longitud brinda información de su posición este-oeste.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

- **Latitud:** Es la distancia angular que existe desde cualquier punto de la Tierra con respecto al Ecuador. Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud.
- **Longitud:** Es la distancia angular que existe desde cualquier punto de la Tierra con respecto a Greenwich. Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud. Los polos Norte y Sur no tienen longitud.

Sistema de posicionamiento global (GPS): Es un Sistema Global de Navegación por Satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con gran precisión (V. Ramírez, 2017).

6.12. Políticas de agua y saneamiento

6.12.1. Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH)

El PNDH reafirma el objetivo del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) de transformar y mejorar el desarrollo humano de la población nicaragüense, enfocado en las estrategias de desarrollo económico y social de Nicaragua (PNDH, 2016).

Lo cual podemos detallar a continuación según nuestro lineamiento:

6.12.2. Política de agua y saneamiento

Los objetivos de la política de abastecimiento de agua y saneamiento son aumentar la cobertura efectiva, mejorar la calidad del servicio, promover el uso racional de este recurso, y asegurar el mantenimiento de los sistemas y redes existentes. Del 2007 al 2011, la cobertura de agua potable en el área urbana se incrementó de 72% a 82%. El número de personas atendidas con los nuevos servicios de agua potable fueron 87,239 personas en 2007 y 145,233 en 2011.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

De igual manera para el caso de los servicios de alcantarillado sanitario en el área urbana, la cobertura según línea de base era del 36.5% ajustando a los nuevos datos poblacionales de (INIDE, 2018) la cobertura se estima en 35% al 2011. Por otro lado, la población atendida con nuevos servicios de saneamiento en el área urbana fue de 77,331 personas en 2007 y 66,898 en 2011, y la cobertura de saneamiento en el área rural para el 2011 fue de 42%, beneficiándose 52,000 personas en 2007 y 62,433 en 2011.

6.12.3. Ley ligada al acceso y cobertura de agua potable

El gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional ha implementado una política de aguas que no sólo apunta a transformar la caótica gestión precedente en el sector, sino a establecer prioridades en el uso del agua, y trabajar por asegurar la preservación y sostenibilidad de las fuentes de aguas. Es decir, a desplegar los esfuerzos para construir a corto plazo la cultura del agua, realizando una gestión responsable de los recursos hídricos.

ENACAL de hoy ha marcado muchas diferencias. Está sustentada en el Arto. 131 de la Constitución Política que establece que “la función pública se debe ejercer a favor de los intereses del pueblo”, en el mandato constitucional del Arto. 105 sobre los servicios públicos, y el Arto. 5 de la Ley General de Aguas Nacionales que dice: “Es obligación y prioridad indeclinable del Estado promover, facilitar y regular adecuadamente el suministro de agua potable en cantidad y calidad al pueblo nicaragüense, a costos diferenciados y favoreciendo a los sectores con menos recursos económicos”.

Con estos preceptos y sabiendo que los recursos disponibles son insuficientes para atender tantos problemas acumulados en agua y alcantarillado sanitario, ENACAL ha sido reorganizada y dispuesta sus estructuras nacionales y departamentales para trabajar con mayor eficiencia y por la sostenibilidad económica, social y ambiental de esta institución.

Nicaragua reconoce al servicio de agua potables con la ley 276 que fue aprobada el 3 de marzo de 2016, gaceta N°8, ley creada con el propósito de garantizar el derecho de todos y todas las nicaragüenses del servicio básico de agua potable y alcantarillados sanitarios. Como

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

lo dicta en su artículo 3 de la reforma, lo cual afirma brindar el servicio de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales. Lo cual se describe detalladamente su respectiva función en el presente artículo.

En el artículo 3 de la Ley N°. 276, Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 12 del 20 de enero de 1998, declara que ENACAL, tiene la facultad de autorizar todos los proyectos de agua potable y saneamiento, que desarrollen las personas naturales, las Alcaldías y demás personas jurídicas. Lo anterior, sin perjuicio de la observancia de todas las obligaciones que deben cumplir y que se encuentran reguladas en otras leyes aplicables a la materia.

Asimismo, la Empresa tendrá como objetivo brindar el servicio de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales.

6.12.4. Indicadores de gestión

Todas las actividades pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones son señales para monitorear la gestión, así se asegura que las actividades vayan en el sentido correcto y permiten evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. Estas señales son conocidas como indicadores de gestión.

Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

Para trabajar con los indicadores debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la de toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual dan cuenta (Castro, 2013).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

6.12.5. Importancia de indicadores de gestión de agua potable en Nicaragua

De acuerdo al (PNDH, 2012-2016), la inversión pública se continuará focalizando en infraestructura productiva, priorizando los sectores estratégicos como: energía, agua potable, carreteras y caminos e infraestructura social.

En materia de agua y saneamiento se enfocará en la rehabilitación de redes y colectores del sistema de saneamiento en mal estado, la implementación de un plan para el control de contaminación, impulsando una política intensiva de monitoreo de la calidad de agua y avances en la integración de un mayor número de comunidades al servicio de sistemas de agua potable.

Para dar seguimiento a este indicador, número de personas al servicio de agua potable, y tener un nivel de información sobre las condiciones en la que opera el principal organismo operador del país (ENACAL) y poder actuar en consecuencia, el presente trabajo propone “Indicadores de Gestión” para Cumplimiento de Meta de Eficiencia Global”.

6.13. Big Data

En términos generales se refiere a la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi estructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso cargarlos a una base de datos relacional para su análisis.

De tal manera que, el concepto de Big Data aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales. Sin embargo, Big Data no se refiere a alguna cantidad en específico, ya que es usualmente utilizado cuando se habla en términos de peta bytes y exabytes de datos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Además del gran volumen de información, esta existe en una gran variedad de datos que pueden ser representados de diversas maneras en todo el mundo, por ejemplo de dispositivos móviles, audio, video, sistemas GPS, incontables sensores digitales en equipos industriales, automóviles, medidores eléctricos, veletas, anemómetros, etc., los cuales pueden medir y comunicar el posicionamiento, movimiento, vibración, temperatura, humedad y hasta los cambios químicos que sufre el aire, de tal forma que las aplicaciones que analizan estos datos requieren que la velocidad de respuesta sea lo demasiado rápida para lograr obtener la información correcta en el momento preciso. Estas son las características principales de una oportunidad para Big Data. (R. Fragoso, 2012)

Mediante la necesidad de realizar estudios en búsqueda de información y de conocimientos en los grandes volúmenes de datos surge la tan importante minería de datos y dentro de ella las múltiples técnicas multivariantes.

La minería de datos se define, como el proceso de detectar la información procesable de los conjuntos grandes de datos. Utiliza el análisis matemático para deducir los patrones y tendencias que existen en los datos. Normalmente, estos patrones no se pueden detectar mediante la exploración tradicional de los datos porque las relaciones son demasiado complejas o porque hay demasiados datos.

Estos patrones y tendencias se pueden recopilar y definir como un modelo de minería de datos. Los modelos de minería de datos se pueden aplicar en escenarios como los siguientes:

Pronóstico: cálculo de las ventas y predicción de las cargas del servidor o del tiempo de inactividad del servidor.

Riesgo y probabilidad: elección de los mejores clientes para la distribución de correo directo, determinación del punto de equilibrio probable para los escenarios de riesgo, y asignación de probabilidades a diagnósticos y otros resultados.

Recomendaciones: determinación de los productos que se pueden vender juntos y generación de recomendaciones.

Búsqueda de secuencias: análisis de los artículos que los clientes han introducido en el carrito de la compra y predicción de posibles eventos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Agrupación: distribución de clientes o eventos en grupos de elementos relacionados, y análisis y predicción de afinidades.

Todos los procedimientos mostrados anteriormente se tratan de mostrar cada vez de una forma más adecuada tratando de perseguir una metodología simple y efectiva es por ello que surgen varias metodologías para la presentación de la información, tres de ellas son las siguientes:

- SEMMAS
- KDD
- CRIPS - DM

Este último mencionado es el que se demuestra en este trabajo, a continuación, se presenta una breve definición y se explicaran las fases del mismo:

El procesamiento de los datos se realizará bajo la metodología Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), la cual, es una metodología promovida por la comunidad europea, dirigida al análisis especializado para la detección de riesgos en negocios.

6.13.1. Metodología CRIPS - DM

La metodología CRISP-DM establece o se estructura en seis fases: Comprensión del negocio, Comprensión de los datos, Preparación de los Datos, Modelado, Evaluación y Despliegue.

- **Comprensión del negocio:** En esta primera etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Establecimiento de los objetivos del negocio (Contexto inicial, objetivos, criterios de éxito)
 - ✓ Evaluación de la situación (Inventario de recursos, requerimientos, supuestos, terminologías propias del negocio, entre otras actividades)

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

- ✓ Establecimiento de los objetivos de la minería de datos (objetivos y criterios de éxito)
- ✓ Generación del plan del proyecto (plan, herramientas, equipo y técnicas)

- **Comprensión de los datos:** En esta segunda etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Recopilación inicial de datos
 - ✓ Descripción de los datos
 - ✓ Exploración de los datos
 - ✓ Verificación de calidad de datos

- **Preparación de los datos:** En esta tercera etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Selección de los datos
 - ✓ Limpieza de datos
 - ✓ Construcción de datos
 - ✓ Integración de datos
 - ✓ Formateo de datos

- **Modelado:** En esta cuarta etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Selección de la técnica de modelado
 - ✓ Diseño de la evaluación
 - ✓ Construcción del modelo
 - ✓ Evaluación del modelo

- **Evaluación:** En esta quinta etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Evaluación de resultados
 - ✓ Revisar el proceso
 - ✓ Establecimiento de los siguientes pasos o acciones

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

- **Despliegue:** En esta última etapa se deben realizar las siguientes actividades
 - ✓ Planificación de despliegue
 - ✓ Planificación de la monitorización y del mantenimiento
 - ✓ Generación de informe final
 - ✓ Revisión del proyecto

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

VII. Hipótesis de investigación

La cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, ENACAL, en los barrios del Distrito V de Managua, en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017, mejora siempre y cuando se reduzcan los riesgos en cuanto a la disponibilidad del servicio y consumo, y haciendo uso de una mejor red de distribución, cumpliendo así con las normativas del PNDH.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

VIII. Diseño metodológico

Se define diseño al esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio. Por lo general, se representa en un esquema sistemático donde la simbolización sintetiza las relaciones de las variables, y como van a ser medidas a través de los estadígrafos o de los modelos matemáticos.

Se tomó en cuenta entonces; Tipo de estudio, Definición de las variables, Población y muestra, Herramientas informáticas, Técnicas de análisis y procesamiento de datos.

8.1. Tipo de estudio

Para definir el tipo de investigación se tomaron tres aspectos: La profundidad de la investigación, el diseño y el propósito. La presente investigación, en base a su profundidad o alcance se define como investigación exploratoria, debido que es el primer acercamiento al fenómeno en estudio, está estructurada siguiendo un diseño transversal, puesto que, los datos que se analizaron fueron recolectados en un punto en el tiempo y con respecto al propósito, se define como una investigación aplicada para la resolución de problemas y la toma de decisiones.

8.2. Área de estudio

El estudio de este proceso investigativo se llevó a cabo en los distintos barrios que abarca la sucursal de Altamira la cual geográficamente se corresponde con la mayoría de barrios del Distrito V del Municipio de Managua del departamento de Managua, donde se analizó la

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa nacional de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados.

8.3. Universo y muestra de estudio

Se usó el registro de GIS COMERCIAL general, el cual contempla la información de las cuentas, de los medidores y de los clientes, etc. Éste presenta información de todas las cuentas que están registradas legalmente en el Distrito V de Managua, el cual suma una cantidad de 45,380 cuentas. Es importante mencionar que se dispone con la base de datos de todas las cuentas del Distrito V de Managua, por lo cual el tamaño de la muestra es igual al tamaño de la población y dado que las características de la minería de Datos es que exista, cantidad, variedad y velocidad de procesamiento. En este trabajo la muestra del estudio coincide con la población.

8.4. Definición y operacionalización de variables

Cobertura de agua potable.

- Horarios de abastecimiento de agua potable.
- Horas al día de agua potable.

Consumo de agua potable.

- Consumo de agua potable en metros cúbicos.
- Importe en córdobas.

Tarifa

- Tipos de tarifas.
- Tipos de economía.

Sucursal

- Tipos de sucursal.

Estados de cuentas.

- Tipos de estados de cuentas.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

8.5. Matriz de operacionalización de variables

Cuadro 5. Matriz de Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Sub variables o Dimensiones	Variable Operativa	Escala de Medición	Técnica de Recolección (Registros)
<i>Describir las características, del servicio brindado por ENACAL, y de consumo de agua potable por parte de los usuarios y barrios del Distrito V de Managua.</i>	Parámetros sobre consumo de agua potable, pago por el servicio y horarios de abastecimiento, en los distintos barrios de la sucursal Altamira.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parámetros del consumo de agua potable. 2. Parámetros del pago por el servicio de agua potable. 3. Parámetros del horario de abastecimiento de agua potable. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Consumo de agua potable. 2.1 Importe 3.1 Horario de abastecimiento. 	<p>Valor (Escala)</p> <p>Valor (Escala)</p> <p>Valor (Escala)</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>
<i>Determinar agrupaciones de los distintos usuarios y barrios según los principales rasgos en el estudio.</i>	Características que influyen en el horario de abastecimiento en los distintos barrios de la sucursal de Altamira.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Características de los clientes cuenta. 2. Horarios de abastecimiento de agua potable. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Barrio 1.2 Ficto. 1.3 Tipo de servicio. 1.4 Mora. 2.1 Horario de abastecimiento de agua potable. 	<p>Nominal (Categórica)</p> <p>Nominal (Categórica)</p> <p>Nominal (Categórica)</p> <p>Valor (Escala)</p> <p>Valor (Escala)</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

<i>Diseñar un sistema de alerta georreferenciado de acuerdo a la predicción de los niveles de riesgos de horarios de abastecimientos de agua potable, según usuarios.</i>	Comportamiento del horario de abastecimiento en los distintos barrios de la sucursal Altamira	1. Horario de abastecimiento de agua potable. 2. Barrio.	1.1 Horario de abastecimiento de agua potable. 1.2 Barrio.	Valor (Escala) Nominal (Cadena)	X X
	Barrios agrupados en función del horario de abastecimiento y consumo de agua potable.	1. Horario de abastecimiento de agua potable.	1.1 Horario de abastecimiento de agua potable.	Valor (Escala)	X
		2. Consumo de agua potable.	2.2 Consumo de agua potable.	Valor (Escala)	X
	Sistema de alerta georreferenciado sobre los horarios de abastecimiento en los distintos barrios de Managua.	1. Horario de abastecimiento de agua potable.	1.1 Horario de abastecimiento.	Valor (Escala)	X
		2. Barrio. 3. Latitud y Longitud	2.1 Barrio. 3.1 Latitud y longitud.	Nominal (Categorica) Valor (Escala)	X

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

8.6. Herramientas informáticas

Para el análisis y procesamiento de los datos se utilizaron los paquetes informáticos como:

- Microsoft Word versión 2016
- Microsoft Excel versión 2016
- Microsoft Access versión 2016
- Microsoft Power Point versión 2016
- SPSS Statistic versión 22
- Paquete estadístico R
- Arcgis

Los cuales son paquetes informáticos especializados para procesamiento de datos, georreferenciación y presentación de informes.

8.7. Técnicas e instrumentos de preparación de datos

Selección de los datos: se seleccionó un subconjunto de datos y variables, del total de los datos registrados, considerando la calidad de los mismos, así como la relación que tenían con nuestro enfoque investigativo.

Limpieza de datos: existe una diversidad de técnicas aplicadas a esta tarea con el fin de optimizar la calidad de los datos para prepararlos para la fase de modelación, en este caso, se le dio especial tratamiento a los valores faltantes y a los que se sitúan fuera de rango.

Construcción de datos: En esta fase se categorizaron algunas de las variables de interés.

Integración de los datos: La creación de nuevas variables a partir de las ya existentes fue uno de los pasos a seguir en la preparación de los datos.

Formateo de los datos: Las técnicas de minería de datos aplicadas no requirieron el formateo de datos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Modelado: Aplicación de las técnicas de minería de datos a los conjuntos de datos, selección de la técnica de modelado, construcción del modelo, evaluación del modelo.

Generar plan de prueba: se generó un plan para probar la calidad y validez del modelo construido. Por ejemplo, en una tarea como la clasificación es posible usar la razón de error como medida de la calidad. Entonces, típicamente se separan los datos en dos conjuntos, uno de entrenamiento y otro de prueba.

Construir el modelo: se ejecutó la técnica seleccionada sobre los datos preparados para generar uno o más modelos. Todas las técnicas del modelado tienen un conjunto de parámetros que determinan características del modelo a generar. La tarea de selección de los mejores parámetros es iterativa, basada en los resultados generados. Estos deben ser interpretados y su rendimiento justificado.

Evaluar el modelo: se interpretaron los modelos de acuerdo al conocimiento y los criterios de éxitos preestablecidos.

8.8. Plan de tabulación y análisis estadístico

A partir del sistema de registro proporcionada por ENACAL, el cual contempla la información de todas las cuentas que están registradas legalmente en el Distrito V de Managua, con el uso de los software estadísticos; **SPSS** (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) V.23 para Windows, **R x 64 3.4.1**, **ArcGIS**, **Acces**, **SQL Server** y **Excel**. Se generaron los resultados de los objetivos planteados en la investigación. Una vez llevado a cabo el control de calidad de los datos, fueron realizados los análisis estadísticos pertinentes.

De acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables (*cuantitativas o cualitativas*) y guiados por el compromiso definido en cada uno de los objetivos específicos, fueron realizados los análisis descriptivos correspondientes a las variables nominales y/o numéricas, entre ellos: (a) El análisis de frecuencia, (b) las estadísticas descriptivas según cada caso.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Además, se realizaron gráficos del tipo: (a) pastel o barras de manera univariadas para variables de categorías en un mismo plano cartesiano, (b) barras de manera univariadas para variables dicotómicas, que permitan describir la respuesta de múltiples factores en un mismo plano cartesiano, (c) gráfico de cajas y bigotes, que describan en forma clara, la respuesta de variables numéricas, discretas o continuas.

Se utilizaron técnicas tales como:

Análisis de componentes principales: Consiste en expresar un conjunto de variables en un conjunto de combinaciones lineales de factores no correlacionados entre sí, estos factores dando cuenta una fracción cada vez más débil de la variabilidad de los datos.

Análisis Clúster: También conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es dividir un conjunto de objetos en grupos de forma que los perfiles de los objetos en un mismo grupo sean muy similares entre sí (cohesión interna del grupo) y los de los objetos de clusters diferentes sean distintos (aislamiento externo del grupo).

K-medias: Es un método de agrupamiento, que tiene como objetivo la partición de un conjunto de n observaciones en k grupos en el que cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano. Es un método utilizado en minería de datos.

Clúster Bietápico: El cual es una herramienta de exploración diseñada para revelar agrupaciones naturales (o Clúster), dentro de un conjunto de datos que de otro modo no serian evidentes. El algoritmo que emplea este procedimiento incluye varias características atractivas que lo hacen diferentes de las técnicas de agrupaciones en clústeres tradicionales, tales como: tratamiento de variables categóricas y continuas, selección automática del número de clústeres y escalabilidad.

Bosques Aleatorios: Es también llamada Random Forest, es un algoritmo predictivo que usa la técnica de Bagging “Bootstrapping”, para combinar distintos árboles, en donde cada árbol es construir con observaciones y variables aleatorias.

IX. Resultados

9.1 Limpieza y preparación de los datos

Este punto es de suma relevancia ya que da las pautas para las decisiones de control de calidad de los datos, para su tratamiento y transformación de ser necesario. Algo en lo que se debe hacer énfasis, es que en la Minería de Datos, a diferencia de la estadística inferencial, muchas veces, los valores atípicos suelen representar información más clara y específica de la información necesitada.

Este paso es uno de los más importantes y con frecuencia uno de los más tardados. De hecho, se estima que la preparación de datos suele llevar del 45-50 % del tiempo y esfuerzo de un proyecto de minería de datos.

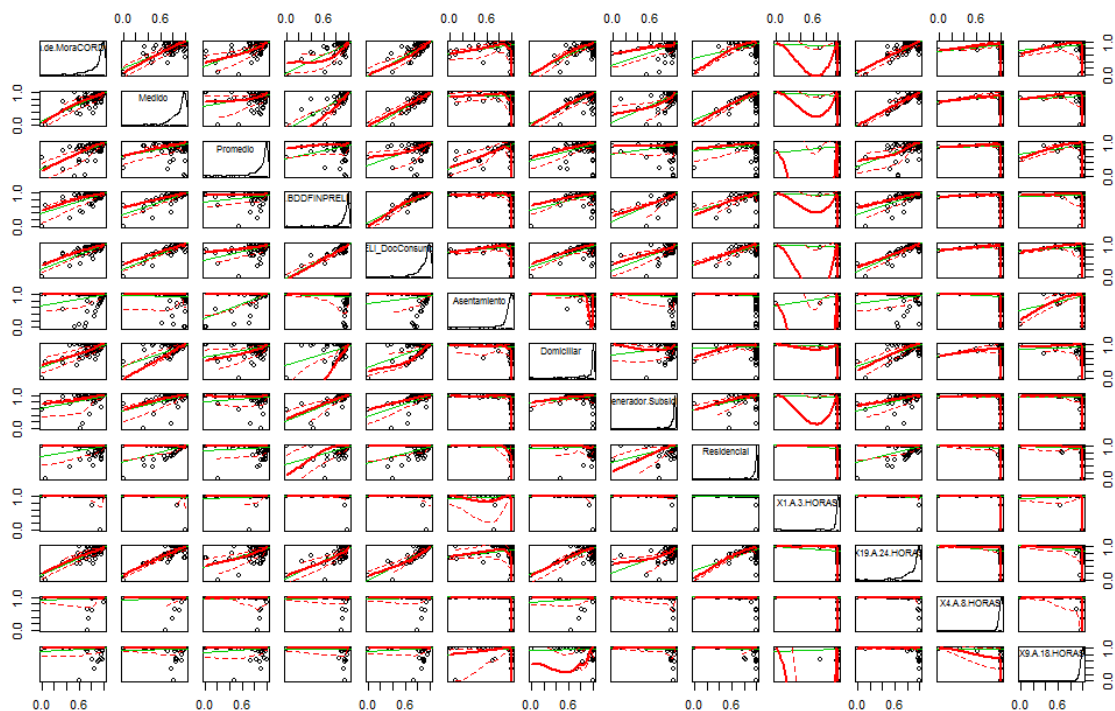
Es por ello que en el proyecto, se dedicó los recursos necesarios para garantizar la validez y calidad de los datos para ejecutar sin problema alguno, el conjunto de herramientas para llegar al conocimiento.

En la (figura 1 y cuadro 1), se observa la tendencia de los datos, en la cual se observa que existen en la mayoría de los casos un desajuste es decir gran parte de los datos estaban entre el percentil 5 al 50 y una pequeña parte pertenecía del 50 al 95 lo que se traduce en valores extremadamente grandes. Dado que existen valores erróneos, por lo cual es necesario su limpieza.

Para fines de esta investigación, el desajuste es entendido como la concentración de datos hacia valores extremos o hacia un solo sector de la gráfica, los cuales fueron tratados para conseguir una concentración más homogénea de los datos, además consideraremos que la distribución de los datos se encuentran ajustados si se aproximan a una distribución normal, la principal razón por la cual se persiguió el ajuste de los datos radica en que para la aplicación de modelos predictivos la presencia de valores atípicos pueden ser perjudiciales para estos modelos, por lo cual se busca que la concentración de datos estén alrededor de su media.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 1. Tendencia de los datos



Cuadro 1. Percentiles de las variables con datos extremos

	Importe Mensual			
	Mora en Córdoba	por Consumo de	Metros Cúbicos	Consumo Promedio
	del Usuario	Agua Potable en	Consumidos al Mes	de Agua en Metros
		Córdoba	por el Usuario	Cúbicos
Desviación estándar	13091,46079	5732,86850	139,23385	134,42937
Mínimo	,00	,00	,00	,13
Máximo	837011,20	697168,74	14751,50	15784,18
Percentiles				
5	,0000	,0000	,0000	3,0417
10	,0000	36,3800	1,0000	6,4215
25	,0000	93,0800	11,0000	14,7172
85	3146,4685	586,6400	41,0000	42,2917
90	5972,8900	750,0230	50,0000	50,7002
95	10101,2100	1300,4670	68,0000	70,5395

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

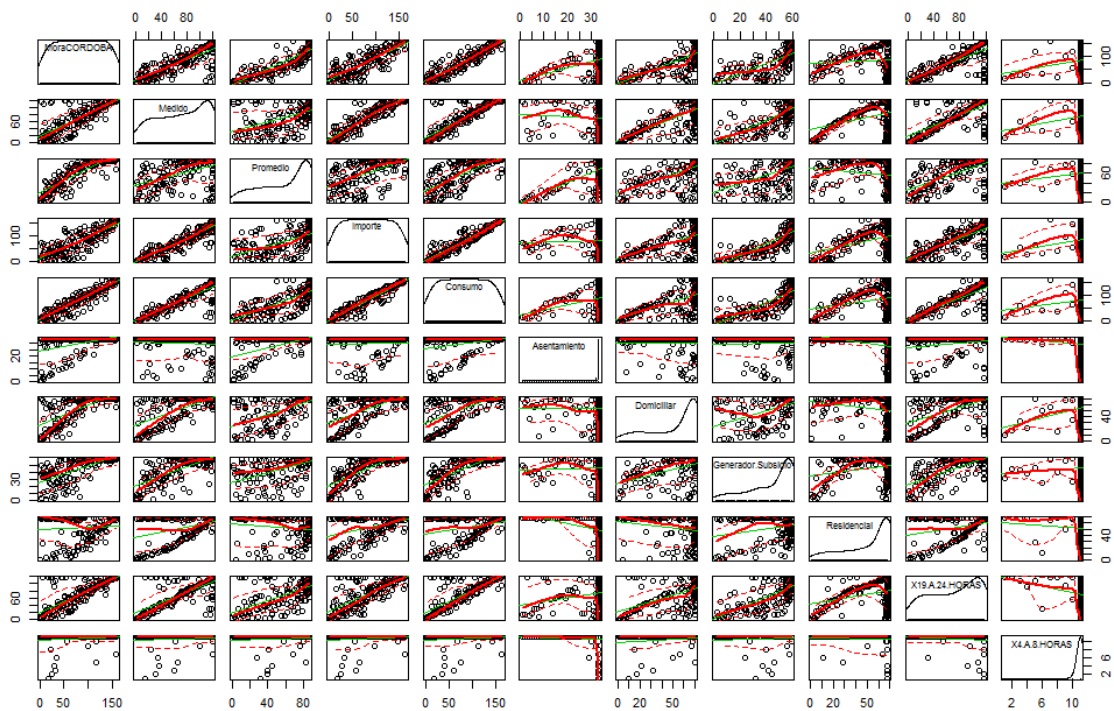
Analizando únicamente las variables mencionadas en el (cuadro 1), se dice que los valores máximos de dichas variables se encuentran en el 5% o menos del total de los datos, es por ello que se tomó la decisión de sustituir los datos extremadamente altos con el percentil 95 y los valores extremadamente bajos con el percentil 5.

Como se mencionó anteriormente se encontraron dos anomalías en los datos:

1. Valores extremadamente pequeños.
2. La gran cantidad de los datos estaba a la izquierda de la distribución.

Para darle solución a estas dos anomalías se tomaron los criterios de los percentiles, tanto al lado derecho como al izquierdo de la distribución, con el fin de ajustar los datos sin que se afectara la naturaleza de los mismos. (Figura 2).

Figura 2. Tendencia de los datos tratados.



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En la (figura 2), se puede observar el ajuste que se dio en los datos, al realizar el tratamiento con los percentiles, se puede observar que en la mayoría de los casos la tendencia se hizo más clara.

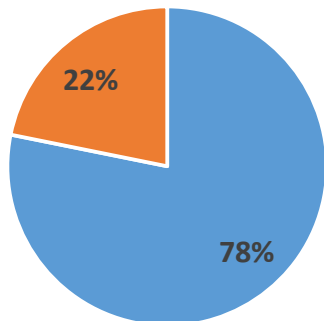
Las tres variables que son más importantes en este procedimiento son: Mora, Importe y consumo, en las cuales se puede observar que fueron las que presentan el mayor impacto de mejora en su distribución.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

9.2 Características, del servicio brindado por ENACAL, y de consumo de agua potable por parte de los usuarios y barrios del Distrito V de Managua.

Figura 3. Macro cuenca en que esta ubicada la cuenta del usuario

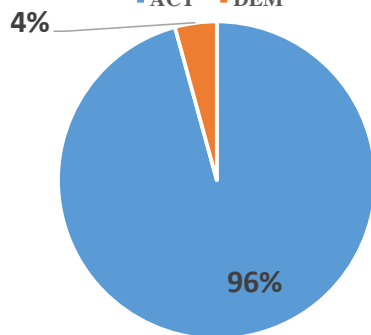
■ ZONA ALTA ■ ZONA ALTA SUPERIOR



El 78% de las cuentas de los usuarios se encuentran ubicadas en la Zona Alta y el 22% restante se encuentran ubicadas en la Zona Alta Superior. (Figura 3).

Figura 4. Estado actual de la conexión del servicio

■ ACT ■ DEM

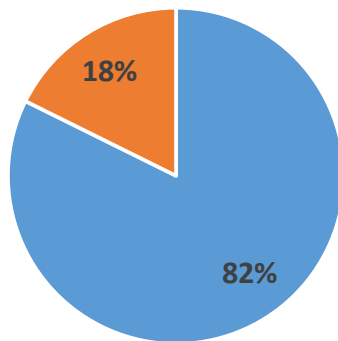


Con respecto al estado actual de la conexión del servicio, únicamente 4% del total de cuentas se encuentran demolidas y el 96% activas. (Figura 4).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 5. Tipo de conexión del servicio

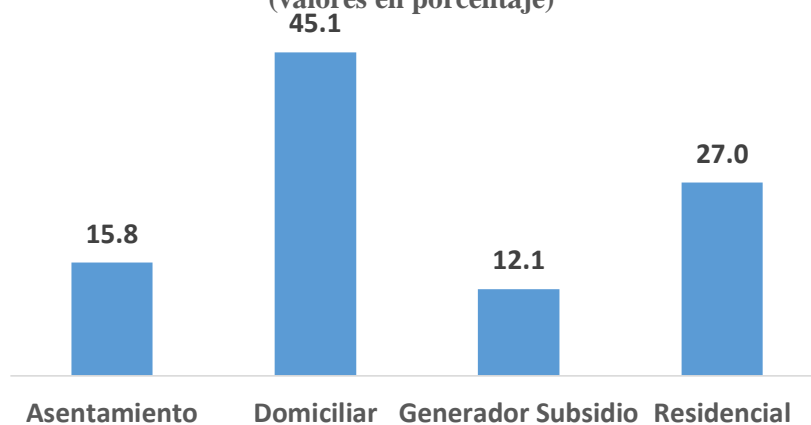
■ AGUA CON MEDIDOR ■ AGUA SIN MEDIDOR



De acuerdo al tipo de conexión del servicio el 82% tiene agua potable con medidor y el 18% es sin medidor. (Figura 5).

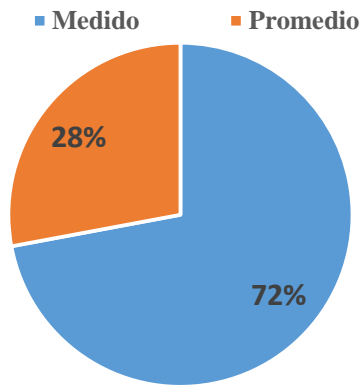
Un 15.8% de las cuentas usuarios poseen tarifa de asentamiento; un 45.1% poseen una tarifa domiciliar; un 12.1% de los usuarios, generadores de subsidio y un 27% restante poseen una tarifa residencial. (Figura 6).

Figura 6. Tarifa impuesta para el pago del servicio (valores en porcentaje)



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 7. Tipo de consumo del usuario



En cuanto al tipo de consumo de agua, se encontró que un 72% presentan un consumo medido y un 28% presentan un consumo promedio. (Figura 7).

Los usuarios pertenecientes a la macro cuenca de Altamira, ubicados en el distrito V del municipio de Managua y sus barrios aledaños presentan un consumo medio de 30 metros cúbicos con una desviación estándar de 28 metros cúbicos.

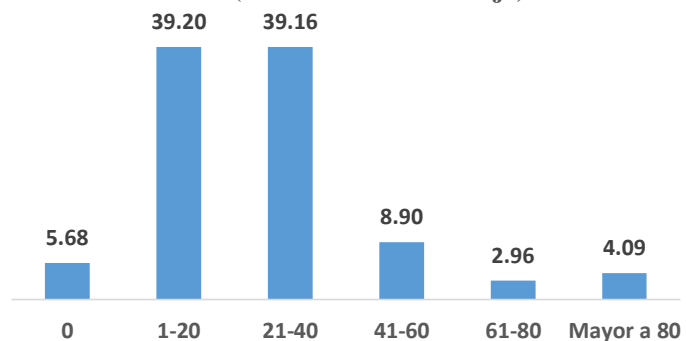
El consumo mensual mínimo registrado es de 0 metros cúbicos y el máximo marca en los 135 metros cúbicos.

El 50% de los usuarios poseen un consumo de agua menor o igual a los 25 metros cúbicos y el 50% restante poseen un consumo mayor a dicho valor. Solo un 10% de los usuarios cuentan un consumo de agua mayor a los 53 metros cúbicos. (Cuadro 2 y Figura 8).

Cuadro 2. Consumo mensual promedio

Media	30
Mediana	25.0
Desviación estándar	28.49
Mínimo	0.0
Máximo	135.0
Percentiles	75 34.0
	90 53.0

Figura 8. Consumo en Méetros Cubicos al Mes
(Valores en Porcentaje)



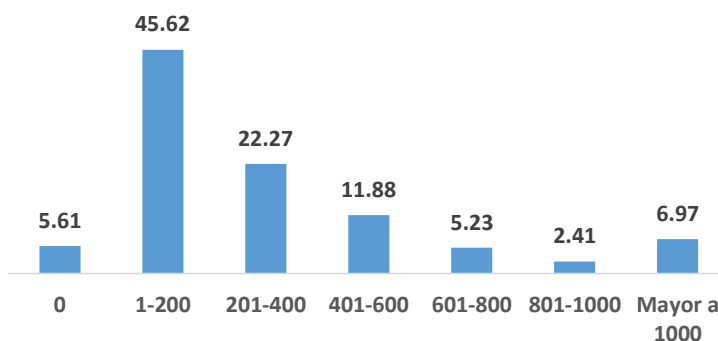
Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En promedio, los usuarios pagan 537 córdobas al mes por consumo de agua potable. La desviación estándar en córdobas por pago de agua es de 1,207.71 córdobas, esto debido a la presencia de algunos valores extremos, tal a como lo evidencia el máximo importe registrado, el cual marca los 5,700.00 córdobas. El 90% de los usuarios poseen un importe mensual por pago de agua menor a los 750.02 córdobas. (Cuadro 3 y Figura 9)

Cuadro 3. Importe

Media	537
Mediana	196.20
Desviación estándar	1,207.718
Mínimo	0.00
Máximo	5,700.0
Percentiles	75 415.61
	90 750.02

Figura 9. Importe Mensual en Córdobas por Consumo de Agua (Valores en Porcentaje)

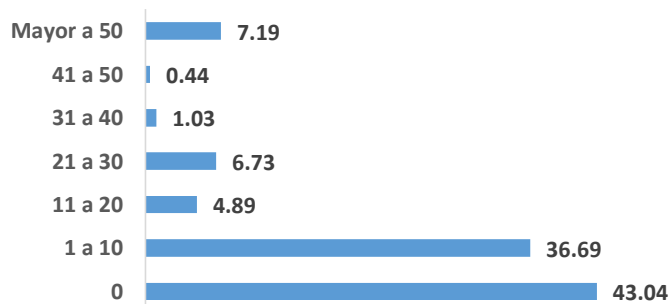


En promedio, los usuarios presentan 11 documentos vencidos, con una desviación de 25 documentos. El número máximo de documentos vencidos registrados es de 118, sin embargo el 75% del total de los usuarios presentan 4 o menos documentos vencidos y el 90% 26 o menos documentos vencidos. (Cuadro 4 y Figura 10).

Cuadro 4. Facturas vencidas

Documentos vencidos	
Media	10.63
Mediana	1.00
Desviación estándar	25.19
Mínimo	0.00
Máximo	118.00
Percentiles	75 4.00
	90 26.00

Figura 10. Documentos Vencidos (Valores en Porcentajes)



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

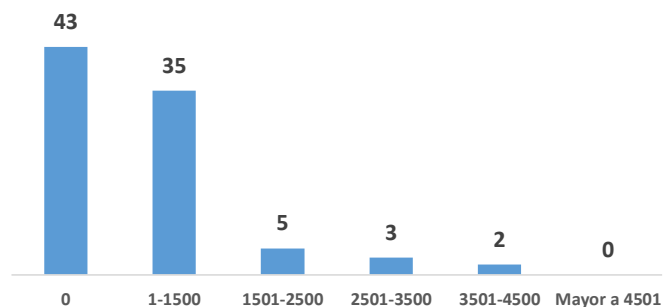
El monto de mora promedio entre los usuarios es de 1,574.00 córdobas con una desviación estándar de 3,216.96 córdobas.

El 50% de los usuarios tienen una mora menor o igual a los 168.19 córdobas, el 75% tienen una mora menor o igual a los 1,103.30 córdobas y el 90% tienen una mora menor o igual a los 5,972.89 córdobas. La mora máxima registrada, es de 13,000.00 córdobas, (Cuadro 5 y Figura 11).

Cuadro 5. Mora

Media	1,57
Mediana	168.19
Desviación estándar	3,216.96
Mínimo	0.00
Máximo	13,000
Percentiles 75	1,103.30
90	5,972.89

Figura 11. Mora Agrupada (Valores en porcentajes)

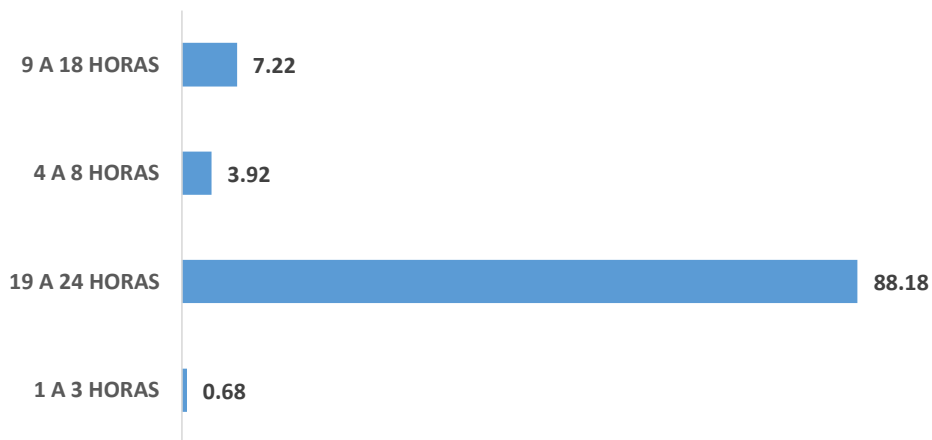


Con respecto al horario de abastecimiento que presentan los usuarios de la Sucursal de Altamira, se determina que el 88.2% poseen entre 19 a 24 horas disponible el servicio de agua potable; un 7.2% tiene entre 9 y 18 horas, un 3.9% entre 4 y 8 horas y solo un 0.7% de los usuarios posee entre 1 y 3 horas de accesibilidad al servicio.

Por lo cual se refleja que la mayoría de los usuarios ubicados en los diferentes barrios del Distrito V de Managua gozan de un servicio de agua potable constante que satisface con las necesidades de los consumidores por otra parte existe un 11.8% que presenta una situación de abastecimiento del vital líquido algo precaria dado que tienen acceso al agua potable en un horario menor a las 18 horas al día. (Figura 12).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 12. Horario de abastecimiento en horas (valores en porcentajes)



El (cuadro 6), el horario que predomina es el de 19 a 24 horas en la zona alta y la zona alta superior, representado por el 93% de los usuarios en la zona alta y el 72.4% en la zona alta superior. El horario de abastecimiento menos representativo en ambas zonas es de 1 a 3 horas.

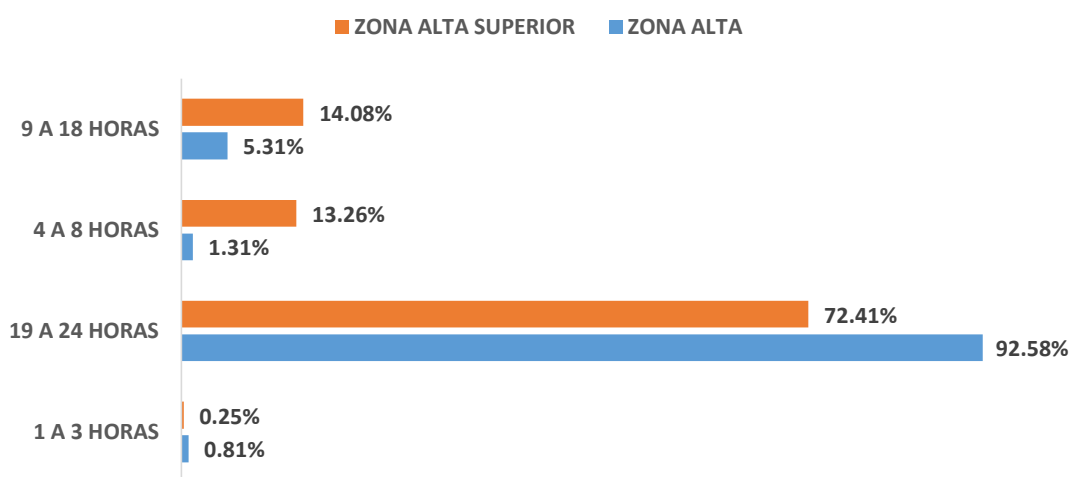
Cuadro 6. Horario de abastecimiento*Macro cuenca en que está ubicada la cuenta del usuario

	Macro Cuenca en que está Ubicada la Cuenta del Usuario		
	ZONA ALTA	ZONA ALTA SUPERIOR	Total
Horario de Abastecimiento en Horas	1 A 3 HORAS	278 ,8%	24 ,2% 302 ,7%
	19 A 24 HORAS	31,953 92,6%	6979 72,4% 38,932 88,2%
	4 A 8 HORAS	451 1,3%	1,278 13,3% 1,729 3,9%
	9 A 18 HORAS	1,832 5,3%	1,357 14,1% 3,189 7,2%
	Total	34514 100,0%	9638 100,0%

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

La mayor cantidad de usuarios de todas las macro cuencas poseen un horario de abastecimiento de 19 a 24 horas. Es importante señalar que la zona alta comparada con la zona alta superior, es la macro cuenca que presenta menor cantidad de usuarios con dificultad de abastecimiento debido a que únicamente en esa zona existen 278 usuarios con horario de 1 a 3 horas y 451 de 4 a 8 horas, (Cuadro 6 y Figura 13).

Figura 13. Horario de Abastecimiento*Macro cuenca en que esta ubicada la cuenta del usuario



Los resultados obtenidos, reflejan del total de usuarios que poseen tarifa de asentamiento, un 3.8% poseen de 1 a 3 horas, un 79.7% poseen de 19 a 24 horas. De los usuarios que poseen tarifa domiciliar un 0.1% poseen de 1 a 3 horas, un 86.0% poseen de 19 a 24 horas. Los usuarios que poseen tarifa de generador de subsidio un 0.2% poseen de 1 a 3 horas y un 93.9% poseen de 19 a 24 horas. De aquellos usuarios que poseen tarifa residencial un 0.0% poseen de 1 a 3 horas y un 94.2% de 19 a 24 horas.

Cuadro 7. Horario de Abastecimiento*Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio

		Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio				Total
		Asentamiento	Domiciliar	Generador Subsidio	Residencial	
Horario de Abastecimiento en Horas	1 A 3 HORAS	265 3,8%	24 ,1%	9 ,2%	4 ,0%	302 ,7%
	19 A 24 HORAS	5,554 79,7%	17,139 86,0%	5,020 93,9%	11,219 94,2%	38,932 88,2%

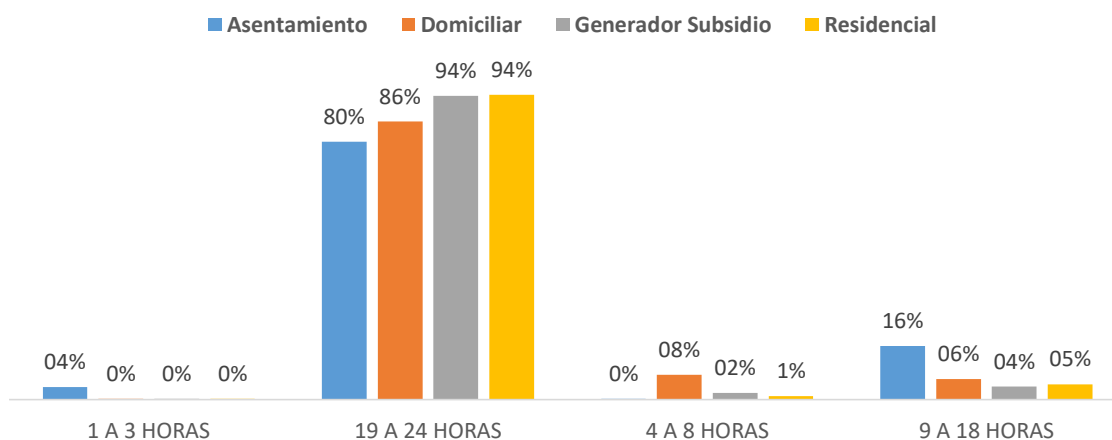
Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

4 A 8 HORAS	2,0%	1,504	7,5%	104	1,9%	119	1,0%	1,729	3,9%
9 A 18 HORAS	16,5%	1149	6,3%	1,265	4,0%	212	4,7%	563	7,2%
Total	100,0%	6,970	100,0%	19,932	100,0%	5,345	100,0%	11,905	100,0%

La tendencia que predomina con respecto al horario de abastecimiento en todas las tarifas es de 19 a 24 horas, siendo asentamiento, domiciliario, generador de subsidio y residencial las tarifas más beneficiadas cuyos porcentajes ascienden de más de 80, 86 y 94 respectivamente.

Por otra parte la tarifa menos beneficiada con este horario de abastecimiento es la de asentamiento, ya que menos del 80% de los usuarios poseen este horario de abastecimiento, (Cuadro 7 y Figura 14).

Figura 14. Horario de abastecimiento*tarifa impuesta para el pago del servicio



El (cuadro 8), horarios de abastecimientos y pago por el servicio de forma agrupada, muestra que los usuarios con importe de 0 córdobas el 88.9% son suministrado de 19 a 24 horas del servicio agua potable, de los que pagan de 1 a 200 córdobas el 87% son suministrados de 19 a 24 horas, de los que pagan 201 a 400 córdobas el 89% poseen tiene de 19 a 24 horas, 90% de los que pagan de 401 a 600 córdobas tienen de 19 a 24 horas, 90% de los que pagan de

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

601 a 800 córdobas tiene de 19 a 24 horas, 87% de los que pagan de 801 a 1,000 córdobas tiene de 19 a 24 horas y el 89% de los que pagan de 1,000 córdobas a más tiene de 19 a 24 horas.

Cuadro 8. Horario de Abastecimiento*Importe

			Importe Agrupado							Total
			0	1-200	201-400	401-600	601-800	801-1000	Mayor a 1000	
Horario de Abastecimiento en Horas	1 A 3 HORAS	3	18	254	26	1	0	0	3	302
			,7%	1,3%	,3%	,0%	0,0%	0,0%	,1%	,7%
	19 A 24 HORAS	24	2,201	1,7483	8,760	4,714	2,079	944	2751	38,932
			88,9%	86,8%	89,1%	89,9%	90,0%	88,6%	89,4%	88,2%
	4 A 8 HORAS	8	115	666	436	224	112	46	130	1,729
		4,6%	3,3%	4,4%	4,3%	4,9%	4,3%	4,2%	3,9%	
	9 A 18 HORAS	18	142	1739	613	307	118	76	194	3,189
			5,7%	8,6%	6,2%	5,9%	5,1%	7,1%	6,3%	7,2%
Total			2,476	20,142	9,835	5,246	2,309	1,066	3,078	44,152
			100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Los horarios de abastecimientos y consumo agrupado, refleja que los usuarios que son provisto de 19 a 24 horas del servicio agua potable, 2,262 individuos consumen menos de 0 metros cúbicos, 15,442 consumen de 1 a 20 metros cúbicos, 15,062 de 21 a 40 metros cúbicos 3,432 de 41 a 60 metros cúbicos 1,148 de 61 a 80 metros cúbicos y 1,586 mayor a 80 metros cúbicos. Por otro lado, de 9 a 18 horas de abastecimiento 131 usuarios consumen 0 metros cúbicos, 1025 de 1 a 20 metros cúbicos, 1498 de 21 a 40 metros cúbicos, 296 de 41 a 60 metros cúbicos, 96 de 61 a 80 metros cúbicos y 143 mayor a 80 metros cúbicos. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Horario de Abastecimiento*Consumo

		Consumo Agrupado						Total
		0	1-20	21-40	41-60	61-80	Mayor a 80	
Horario de Abastecimiento en Horas	1 A 3 HORAS	19	111	163	6	1	2	302
		,8%	,6%	,9%	,2%	,1%	,1%	,7%

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

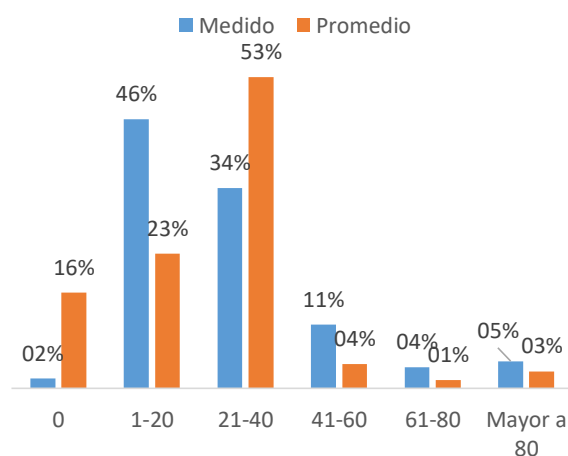
19 A 24 HORAS	2,262	15,442	15,062	3,432	1,148	1,586	38,932
	90,1%	89,2%	87,1%	87,4%	87,8%	87,9%	88,2%
4 A 8 HORAS	98	732	567	195	63	74	1,729
	3,9%	4,2%	3,3%	5,0%	4,8%	4,1%	3,9%
9 A 18 HORAS	131	1,025	1,498	296	96	143	3,189
	5,2%	5,9%	8,7%	7,5%	7,3%	7,9%	7,2%
Total	2,510	17310	17,290	3,929	1,308	1,805	44,152
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

La relación entre el consumo agrupado con el tipo de consumo del usuario, muestra que los usuarios con consumos medidos el 46% de los casos consumen de 1 a 20 metros cúbicos y los usuarios con consumos promediados el 23% consumen la misma cantidad en metros cúbicos. De los usuarios que presentan un consumo medido el 34% consumen de 21 a 400 metros cúbicos, mientras que dicha cantidad en metros cúbicos es consumida por el 53% de los usuarios que presentan consumo medido (Cuadro 10 y Figura 15).

Cuadro 10. Consumo *Tipo de Consumo del usuario

	Tipo de Consumo del Usuario		
	Medido	Promedio	Total
0	516	1994	2510
	1,6%	16,2%	5,7%
1-20	14499	2811	17310
	45,6%	22,8%	39,2%
21-40	10788	6502	17290
Consumo Agrupado	33,9%	52,7%	39,2%
41-60	3422	507	3929
	10,8%	4,1%	8,9%
61-80	1139	169	1308
	3,6%	1,4%	3,0%
Mayor a 80	1454	351	1805
	4,6%	2,8%	4,1%
Total	31818	12334	44152
	100,0%	100,0%	100,0%

Figura 15. Consumo *tipo de consumo del usuario



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Entre los resultados más relevantes respecto al importe de forma agrupada y el tipo de consumo del usuario, evidencia que el 40% de los casos medidos pagan de 1 a 200 córdobas y 60% de consumo promediado pagan de 1 a 200 córdobas, el 26% medidos y 11% promediados pagan de 201 a 400 córdobas, y el 8% son medidos y 4% promediados pagan más de 1000 córdobas. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Importe *Tipo de Consumo del Usuario

	Tipo de Consumo del Usuario		Total
	Medido	Promedio	
Importe Agrupado	0	390	2086
		1,2%	16,9%
	1-200	12792	7350
		40,2%	59,6%
	201-400	8412	1423
		26,4%	11,5%
	401-600	4621	625
		14,5%	5,1%
	601-800	2038	271
		6,4%	2,2%
	801-1000	948	118
		3,0%	1,0%
Mayor a 1000	2617	461	
	8,2%	3,7%	

Respecto al importe y la tarifa impuesta, reflejan que el 83% de asentamiento, 48% Domiciliar, 27% Generador de subsidio y el 28% Residencial pagan de 1 a 200 córdobas.

La mayor cantidad de usuarios de todas las tarifas poseen un pago de 1 a 200 córdobas. Es importante señalar que los generadores de subsidio comparados con todas, es la tarifa que presenta mayor cantidad de usuarios que tienen altos importe en el servicio de agua potable, esto debido a que existen usuarios con pagos mayores a 400 Córdobas esto es el 47% de los casos en la tarifa de generador de subsidio. (Cuadro 12).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cuadro 12. Importe *Tarifa impuesta para el pago del servicio

		Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio				
		Asentamiento	Domiciliar	Generador		Total
				Subsidio	Residencial	
Importe Agrupado	0	7,2%	6,2%	5,3%	3,8%	5,6%
	1-200	82,9%	48,3%	26,6%	27,8%	45,6%
	201-400	6,5%	24,8%	20,4%	28,1%	22,3%
	401-600	1,7%	10,5%	14,8%	18,9%	11,9%
	601-800	,7%	4,2%	9,1%	7,9%	5,2%
	801-1000	,3%	1,7%	4,5%	3,9%	2,4%
	Mayor a 1000	,7%	4,2%	19,3%	9,7%	7,0%
	Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

De las cuentas que tienen tarifa de asentamiento se observa que la mayoría, el 72,5%, consumen de 21 a 40 metros cúbicos y otra cantidad representativa, de 12,9%, consumen entre 1 a 20 metros cúbicos de agua. Las personas con tarifa domiciliar consumen, el 80,9% entre 1 y 40 metros cúbicos de agua al mes, y un 14.1% consumen más de 40 metros de agua. Solo un 4,9% de las cuentas con tarifa domiciliar consumen menos de 0 metros cúbicos de agua.

Las cuentas generadoras de subsidio y residencial consumen, cerca de su 70%, entre 1 y 40 metros cúbicos de agua mensualmente. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Consumo*Tarifa Impuesta para el pago del servicio

		Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio				
		Asentamiento	Domiciliar	Generador		Total
				Subsidio	Residencial	
Consumo Agrupado	0	6,4%	4,9%	7,2%	5,8%	5,7%
	1-20	12,9%	44,7%	43,8%	43,3%	39,2%
	21-40	72,5%	36,2%	24,6%	31,1%	39,2%
	41-60	4,6%	9,0%	9,0%	11,1%	8,9%
	61-80	1,5%	2,4%	4,3%	4,1%	3,0%
	Mayor a 80	1,9%	2,7%	11,0%	4,6%	4,1%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

De los usuarios con tarifa de asentamiento, un 25,6% no presentan mora; mientras que, del total de personas domiciliar un 42,9% no tienen mora un 47,7% de los generadores de subsidio comparten dicha característica. Para la tarifa residencial, un 51,4 de sus pertenecientes no presentan mora. (Cuadro 14).

Cuadro 14. Mora Agrupada*Tarifa Impuesta para el pago del servicio

		Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio				
		Asentamiento	Domiciliar	Generador		Total
				Subsidio	Residencial	
	0	25,6%	42,9%	47,7%	51,4%	43,0%
	1-1500	30,1%	34,2%	31,4%	39,7%	34,7%
Mora Agrupada	1501-2500	13,9%	4,3%	3,6%	1,5%	5,0%
	2501-3500	6,2%	3,7%	2,2%	1,1%	3,2%
	3501-4500	2,7%	2,4%	1,6%	,6%	1,9%
	Mayor a 4501	21,5%	12,5%	13,4%	5,7%	12,2%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el cuadro 15, se muestra la matriz de correlación entre las variables y la significancia para cada una de las variables, paso importante para la ejecución del Análisis de asociación de las mismas.

Cuadro 15. La matriz de correlación con su significación para las variables numéricas

		Mora en Córdobas del Usuario	Número de Documento Vencido	Importe Mensual por Consumo de Agua Potable en Córdobas	Metros Cúbicos Consumidos al Mes por el Usuario	Consumo Promedio de Agua en Metros Cúbicos	Número de Horas Promedio al Día
Mora en Córdobas del Usuario	Correlación de Pearson	1	,376**	,185**	,176**	,206**	-,008
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,112
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Número de Documento Vencido	Correlación de Pearson	,376**	1	-,001	,007	,003	-,067**
	Sig. (bilateral)	,000		,806	,149	,584	,000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Importe Mensual por Consumo de Agua Potable en Córdobas	Correlación de Pearson	,185**	-,001	1	,954**	,899**	,009
	Sig. (bilateral)	,000	,806		,000	,000	,058
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Metros Cúbicos Consumidos al Mes por el Usuario	Correlación de Pearson	,176**	,007	,954**	1	,934**	,005
	Sig. (bilateral)	,000	,149	,000		,000	,343
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Consumo Promedio de Agua en Metros Cúbicos	Correlación de Pearson	,206**	,003	,899**	,934**	1	,010
	Sig. (bilateral)	,000	,584	,000	,000		,033
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Número de Horas Promedio al Día	Correlación de Pearson	-,008	-,067**	,009	,005	,010	1
	Sig. (bilateral)	,112	,000	,058	,343	,033	
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152

A través del coeficiente de correlación de Pearson, muestra que:

Consumo mensual e importe mensual están altamente correlacionadas en un 95%. El consumo promedio y Consumo mensual están altamente correlacionadas en un 93%. El consumo promedio e importe mensual se encuentran altamente correlacionadas en un 90%.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

De otra manera, a través de la prueba estadística contrasta la hipótesis nula de que hay independencia lineal entre las variables (o que es lo mismo, sobre la hipótesis de que el coeficiente de correlación vale cero en la población). Por tanto, Rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe suficiente evidencia significativa para afirmar que existe relación, ya que nuestro nivel crítico es menor que el nivel de significación establecido, $p \leq 0.05$.

La matriz de correlación con su significación para las variables categóricas, véase (cuadro 16).

Cuadro 16. Correlaciones								
		Tipo de Conexión del Servicio	Estado Actual de la Conexión del Servicio	Tipo de Consumo del Usuario	Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio	TIPO de Conexión	Importe Agrupado	Consumo Agrupado
Tipo de Conexión del Servicio	Coef. De Correlacion	1.000	.423**	.741**	-.439**	.589**	-.401**	-.039**
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Estado Actual de la Conexión del Servicio	Coef. De Correlacion	.423**	1.000	.331**	-.023**	.267**	-.361**	-.364**
	Sig. (bilateral)	0.000		0.000	.000	0.000	0.000	0.000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Tipo de Consumo del Usuario	Coef. De Correlacion	.741**	.331**	1.000	-.382**	.775**	-.341**	-.048**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	.000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Tarifa Impuesta para el Pago del Servicio	Coef. De Correlacion	-.439**	-.023**	-.382**	1.000	-.348**	.367**	-.062**
	Sig. (bilateral)	0.000	.000	0.000		0.000	0.000	.000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152	44152
TIPO de Conexión	Coef. De Correlacion	.589**	.267**	.775**	-.348**	1.000	-.274**	-.015**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	.001
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44152	44152
Importe Agrupado	Coef. De Correlacion	-.401**	-.361**	-.341**	.367**	-.274**	1.000	.753**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44153	44153
Consumo Agrupado	Coef. De Correlacion	-.039**	-.364**	-.048**	-.062**	-.015**	.753**	1.000
	Sig. (bilateral)	.000	0.000	.000	.000	.001	0.000	
	N	44152	44152	44152	44152	44152	44153	44153

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

A través del coeficiente de correlación de Spearman, muestra que:

Tipo de consumo y Tipo de conexión están correlacionadas en un 74%. Importe agrupado y consumo agrupado se encuentran correlacionadas en un 75%.

De otra manera, a través de la prueba estadística contrasta la hipótesis nula de que hay independencia lineal entre las variables (o que es lo mismo, sobre la hipótesis de que el coeficiente de correlación vale cero en la población). Rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe suficiente evidencia significativa para afirmar que existe relación, ya que nuestro nivel crítico es menor que el nivel de significación establecido, $p \leq 0.05$.

Por otro lado, en el (cuadro 17), determina los barrios con mayores documentos vencidos las cuales se encuentran: en primer lugar Barrio Naciones unidas con 47,820 facturas vencidas, segundo lugar Francisco Salazar con 36,775 facturas vencidas, en tercer lugar barrio 18 de mayo con 27,852 facturas vencidas y en cuarto lugar el Walter Ferreti Pantanal con 20,157 facturas vencidas.

Cuadro 17. Barrios con mayor cantidad de documentos vencidos

Barrios	Doc Vencidos
18 DE MAYO	27,852
30 DE MAYO	12,125
ESQUIPULAS	22,688
FRANCISCO SALASAR	36,775
GERMAN POMARES D-V	22,241
LA FUENTE	14,708
LAS JAGUITAS	15,093
NACIONES UNIDAS	47,820
SALOMON MORENO	9,077
WALTER FERRETY PANTANAL	20,157

En relación a los barrios con mayor mora en el pago del servicio de la Empresa ENACAL, se puede establecer lo siguiente:

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cuadro 18. Barrios con mayores moras

Barrios	Mora CÓRDOBA
14 DE SEPTIEMBRE	2,932,919.89
18 DE MAYO	4,527,073.54
COLONIA ISAIAS GOMEZ	2,870,168.14
ESQUIPULAS	6,480,331.72
LA FUENTE	6,966,579.64
LAS COLINAS	3,801,530.99
LAS JAGUITAS	2,780,794.35
NACIONES UNIDAS	3,275,932.30
PABLO UBEDA	2,816,764.55
RIGUERO	4,538,515.81

Según el cuadro anterior muestra que los barrios con mayor mora se encuentran: En primer lugar El barrio La Fuente con 6, 966,579.64 Córdobas, Segundo lugar Esquipulas con 6, 480,331.72 Córdobas, tercer lugar Barrio Rigüero con 4,538,515.81 Córdobas y en cuarto lugar el barrio 18 de Mayo con mora de 4,527,073.54 Córdobas. De esta manera afirmamos que la mayor parte de Nicaragua está endeudada con la empresa de acueductos y alcantarillados. (cuadro 18)

En relación a los barrios con menor mora en el pago del servicio de la Empresa ENACAL, se puede establecer lo siguiente:

Cuadro 19. Barrios con menor mora

Barrios	Mora
ANEXO RIGUERO	130
BOSQUE DE MIRAFLORES	500
CENTRO COMERCIAL NEJAPA	900
CONDO. PORTAL DE LA ESTANCIA	500
ISRAEL GALEANO	337
NUEVA LIBIA	130
RPTO. ROMMEL CARRASQUILLA	500
SAN SEBASTIAN	500

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

De acuerdo al cuadro 19, se observa que los barrios cuentan con mínimo de mora que no excede a los 900 Córdobas, es importante destacar que los barrios Anexo Rigüero y Nueva Libia tienen una mora no más de 130 córdobas.

De acuerdo a la clasificación de tarifa Asentamiento, los resultados reflejan que, en este tipo de tarifa, suman 5, 278 usuarios. En los siguientes barrios se encuentra la mayor presencia de esta tarifa.

Cuadro 20. Tarifa de asentamiento

Barrios	Asentamiento
18 DE MAYO	370
22 DE ENERO	302
CARLOS FONSECA D-V	539
FRANCISCO SALASAR	718
GERMAN POMARES D-V	707
GRENADA	418
NACIONES UNIDAS	797
PANTASMA	404
SANTOS LÓPEZ	247
WALTER FERRETY PANTANAL	776

En la extensión de este tipo de servicio los barrios Naciones unidas, Walter Ferreti Pantanal, Francisco Salazar y German pomares D-V, poseen más 700 asentamientos. (cuadro 20).

Respecto a la clasificación de tarifa domiciliar, se hace mención de los barrios con mayor prevalencia de este tipo de tarifa con 9,075 usuarios, esto muestra lo siguiente:

Cuadro 21. Tarifa Domiciliar

Barrios	Domiciliar
14 DE SEPTIEMBRE	1, 116
18 DE MAYO	719
30 DE MAYO	644
4TA. ETAPA RPTO. SHICK	624
COLONIA 10 DE JUNIO	761
COLONIA NICARAO	735
ESQUIPULAS	916
LA FUENTE	1, 773
LAS JAGUITAS	769
RIGÜERO	1, 018

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el cuadro anterior, se observan la suma de usuarios correspondiente a este tipo de tarifa, lo cual indica que barrios como La fuente, Rigüero, 14 de Septiembre y Esquipulas se destacan en más de 1,000 usuarios, (cuadro 21).

De acuerdo a la clasificación de tarifa Generador de subsidio, se hace mención de los barrios con mayor uso de este tipo de servicio con 2, 937 usuarios, se observa lo siguiente:

Cuadro 22. Tarifa Generador Subsidio

Barrios	Generador Subsidio
ALTAMIRA DEL ESTE	383
BOSQUES DE ALTAMIRA	158
C/MASAYA LAS SIERRITAS	138
CENTRO COMERCIAL MANAGUA	245
COLONIA CENTRO AMÉRICA	177
ESQUIPULAS	163
LA FUENTE	291
LAS COLINAS	178
PANCASAN (LOS ROBLES)	649
SECTOR ROBERTO HUEMBES	555

En cuadro 22, muestra los barrios más representativos en cuanto a la cantidad de usuarios que pertenecen a la tarifa generador de subsidio. Siendo los Barrios Pancasan (Los Robles) y El Sector Roberto Huembes, los casos con más de 500 usuarios correspondiente a este tipo de tarifa.

Respecto a la clasificación de tarifa Residencial, se hace mención de los barrios con mayor uso de este tipo de servicio con 6, 119 usuarios, denota lo siguiente:

Cuadro 23. Tarifa Residencial

Barrios	Residencial
ALTAMIRA DEL ESTE	534
BOSQUES DE ALTAMIRA	405
COLONIA CENTRO AMÉRICA	766
ESQUIPULAS	1248
LAS COLINAS	807
PANCASAN (LOS ROBLES)	552
SIERRITAS DE STO. DOMINGO	378
URB. LOMAS DEL VALLE	535
URB. MAYALES	394
URB. XOCHITLAM	500

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el cuadro anterior, se observan la suma de usuarios correspondiente a este tipo de tarifa, lo cual indica que zonas como Las Colinas, Colonia Centroamérica y Esquipulas se destacan en más de 700 usuarios; Siendo Esquipulas el caso más extremo con 1, 248 usuarios, (cuadro 23).

En relación al consumo promedio anual, a través de los datos obtenidos, se observa que los barrios según el cuadro 31, cuentan con máximo de más de un promedio anual de 23,939.37 m³. Siendo los casos de mayor relevancia los barrios La fuente con 87,437.72m³, Las Colinas con 71,262.84 m³, Esquipulas con 64,070.85 m³ y los Robles 60,926.77 m³ promedio anuales. (Cuadro 24).

Cuadro 24. Barrios con mayor consumo promedio anual.

Barrios	Consumo promedio anual
LA FUENTE	87,437.72
LAS COLINAS	71,262.84
ESQUIPULAS	64,070.86
PANCASAN (LOS ROBLES)	60,926.77
COLONIA CENTRO AMÉRICA	41,173.33
SECTOR ROBERTO HUEMBES	34,241.25
14 DE SEPTIEMBRE	33,865.35
ALTAMIRA DEL ESTE	32,786.39
RIGUERO	29,632.51
18 DE MAYO	26,644.24
SIERRITAS DE STO. DOMINGO	26,064.04
LA ESTANCIA DE STO. DOMINGO	25,784.58
COLONIA NICARAO	25,112.18
GERMAN POMARES D-V	23,939.36

El el cuadro 25, se observan los resultados con más evidencias respecto al importe, refleja que los barrios La fuente, La Colinas y Los Robles anualmente pagan más de 1,000,000 córdobas. Es importante señalar que el barrio La Fuente comparados con todas, es la zona que presenta mayor importe en el servicio de agua potable con 2, 166,662 córdobas anuales.

Cuadro 25. Importe

Barrios	Importe
14 DE SEPTIEMBRE	C\$503,482
ALTAMIRA DEL ESTE	C\$707,963

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

COLONIA CENTRO AMÉRICA	C\$848,079
ESQUIPULAS	C\$802,323
LA FUENTE	C\$2,166,662
LAS COLINAS	C\$1,644,977
PANCASAN (LOS ROBLES)	C\$1,215,783
RIGUERO	C\$476,619
SECTOR ROBERTO HUEMBES	C\$1,290,751
<u>SIERRITAS DE STO. DOMINGO</u>	<u>C\$715,427</u>

El cuadro 26, muestra la suma de barrios correspondiente al consumo en metros cúbicos, lo cual refleja que barrios como La Colinas, Los Robles y Esquipulas se destacan en un consumo de más 50000 m³; Siendo el barrio La fuente el caso más extremo con 85130 m³.

Cuadro 26. Consumo En metros Cúbicos.

Barrios	Consumo m³
14 DE SEPTIEMBRE	31,636.52
ALTAMIRA DEL ESTE	29,242.61
COLONIA CENTRO AMÉRICA	39,311.02
ESQUIPULAS	51,838.68
LA FUENTE	85,130.02
LAS COLINAS	56,961.48
PANCASAN (LOS ROBLES)	52,820.18
RIGUERO	29,233.66
SECTOR ROBERTO HUEMBES	30,669.01
SIERRITAS DE STO. DOMINGO	30,197.25

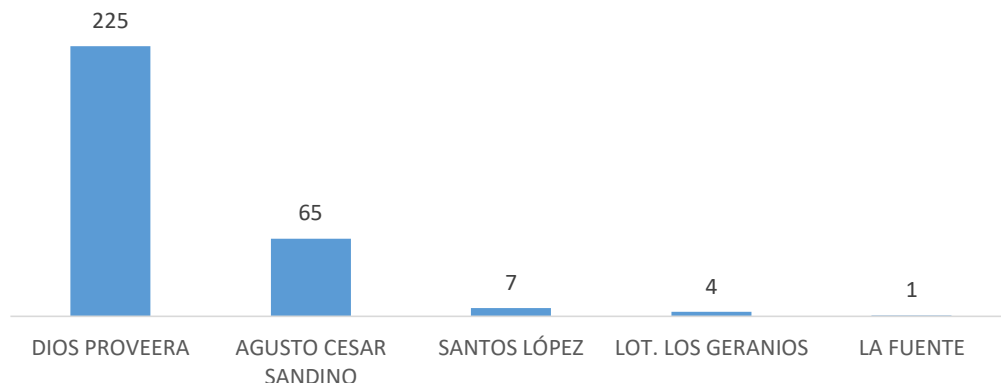
El (cuadro 27 y figura 16), muestra los barrios correspondiente al abastecimientos de 1 a 3 horas, lo cual refleja que barrios como Augusto Cesar Sandino son suministrado en ese tiempo 65 usuarios, Santos López 7 usuarios, Los Geranios 4 usuarios y La fuente tan solo 1 usuario; Siendo el barrio Dios Proveerá el caso más extremo con 225 usuarios.

Cuadro 27. Horarios de abastecimientos.

Barrios	De 1 a 3 horas
DIOS PROVEERA	225
AGUSTO CESAR SANDINO	65
SANTOS LÓPEZ	7
LOT. LOS GERANIOS	4
LA FUENTE	1

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 16. Horarios de abastecimientos de 1 a 3 Horas.

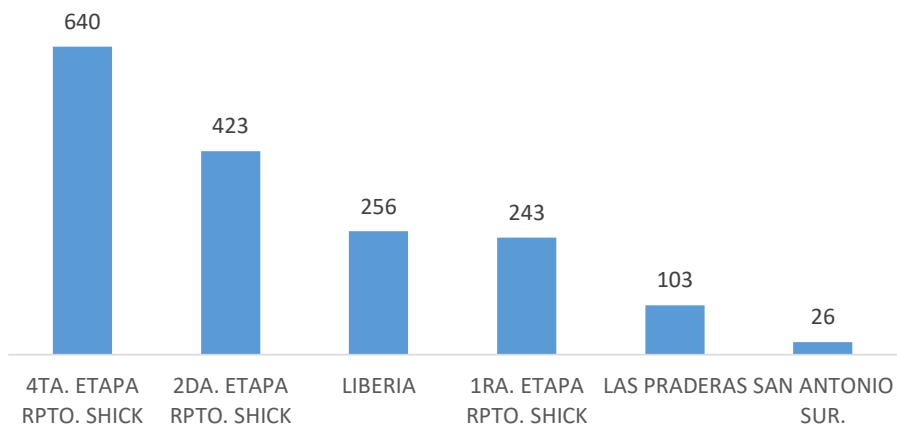


En relación a los horarios de abastecimientos, se muestran los barrios con sumas de horarios de 4 a 8 horas diarias, la cual se observa lo siguiente:

Cuadro 28. Horarios de abastecimientos.

Barrios	De 4 a 8 Horas.
4TA. ETAPA RPTO. SHICK	640
2DA. ETAPA RPTO. SHICK	423
LIBERIA	256
1RA. ETAPA RPTO. SHICK	243
LAS PRADERAS	103
SAN ANTONIO SUR.	26

Figura 17. Horarios de abastecimientos de 4 a 8 Horas.



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

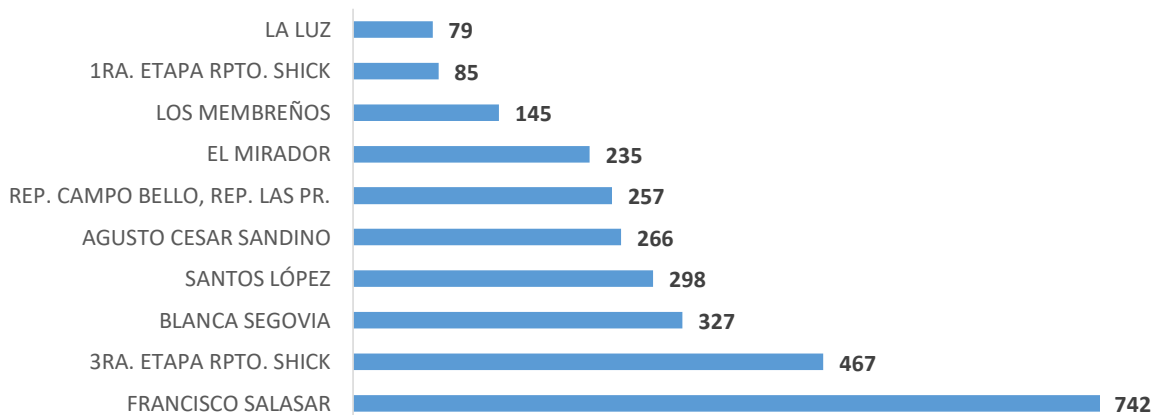
Según el cuadro anterior, muestra los barrios correspondiente al abastecimientos de 4 a 8 horas, lo cual expresa que barrios como Augusto Cesar Sandino son suministrados en ese tiempo un máximo de 640 usuarios y San Antonio Sur con 26 usuarios, (cuadro 28 y Figura 17).

De acuerdo al (cuadro 29 y figura 18), refleja los barrios con sumas de horarios de 9 a 18 horas diarias, la cual muestra lo siguiente:

Cuadro 29. Horarios de abastecimientos.

Barrios	9 a 18 hrs.
FRANCISCO SALASAR	742
3RA. ETAPA RPTO. SHICK	467
BLANCA SEGOVIA	327
SANTOS LÓPEZ	298
AGUSTO CESAR SANDINO	266
REP. CAMPO BELLO, REP. LAS PR.	257
EL MIRADOR	235
LOS MEMBREÑOS	145
1RA. ETAPA RPTO. SHICK	85
LA LUZ	79

Figura 18. Horarios de abastecimientos de 9 a 18 Horas



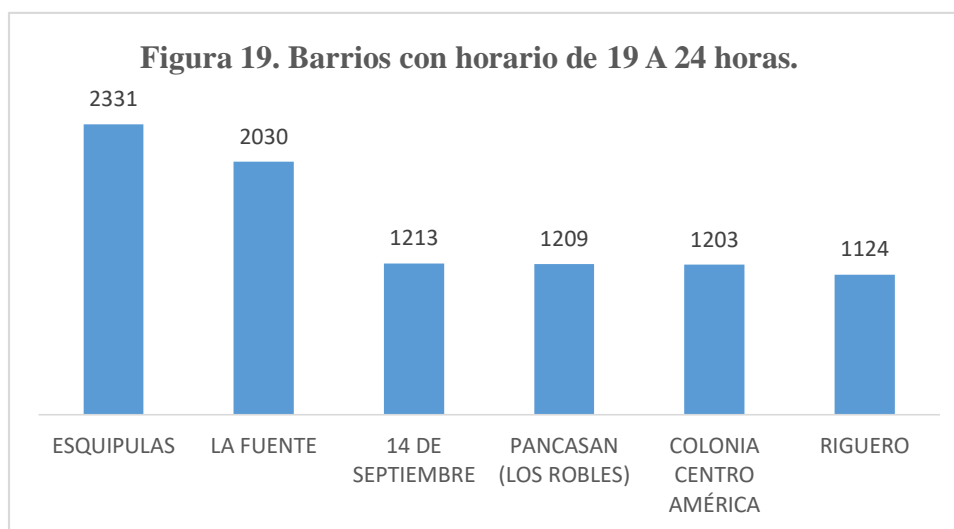
Según el (cuadro 29 y figura 18) , muestra los barrios correspondientes al abastecimientos de

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

9 a 18 horas, lo cual refleja que los barrios como Francisco Salazar y 3ra Etapa Rto Shick son suministrados en ese tiempo más de 400 usuarios y Barrio la luz un mínimo 26 usuarios.

El cuadro 30, refleja los barrios con sumas de horarios de 19 a 24 horas diarias, la cual se puede establecer lo siguiente:

Cuadro 30. Horario de abastecimiento 19-24 hrs	
Barrios	Suma de 19 A 24 HORAS
ESQUIPULAS	2,331
LA FUENTE	2,030
14 DE SEPTIEMBRE	1,213
PANCASAN (LOS ROBLES)	1,209
COLONIA CENTRO AMÉRICA	1,203
RIGUERO	1,124



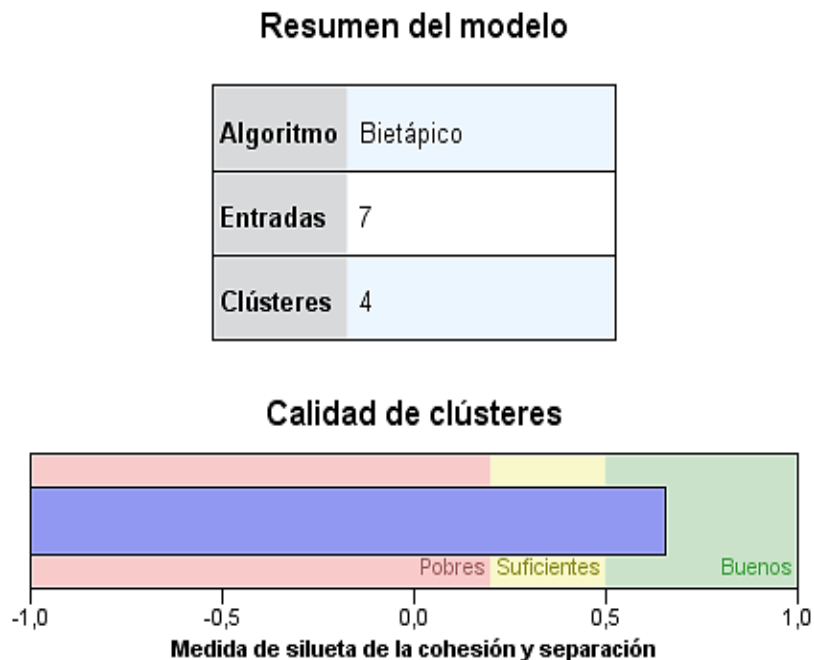
Según el (cuadro 30 y figura 19), muestra los barrios correspondientes al abastecimientos de 19 a 24 horas, lo cual refleja que los barrios como Esquipulas, La Fuentes, 14 Septiembre, Los Robles, etc son los barrio que gozan de un mejor servicio en el horario de disponibilidad del vital liquido.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

9.3 Agrupaciones de los distintos usuarios y barrios según los principales rasgos en el estudio.

Los resultados obtenidos muestran que el nivel de silueta, o nivel de cohesión y separación, es bueno; esto significa que el clúster bietápico genero una buena separación y formación de grupos entre las cuentas o individuos, (Figura 20).

Figura 20. Resumen del modelo Bietápico

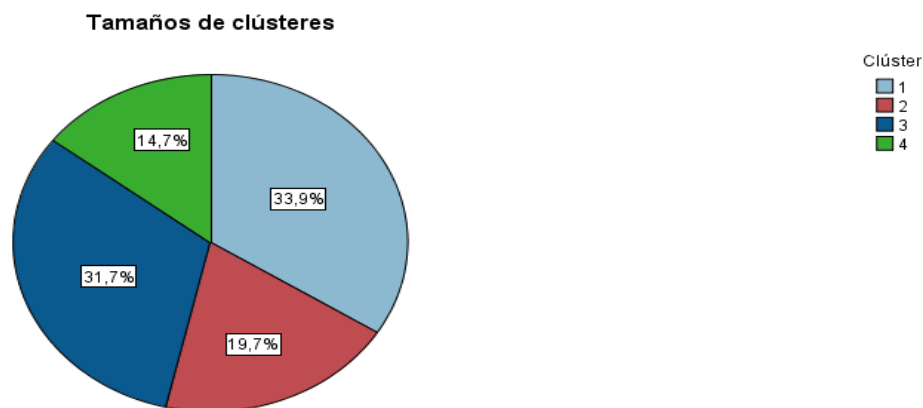


Category	Medida de silueta de la cohesión y separación	V3
1	0,654	0,7

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En este punto se aplicó un clúster bietápico con el cual se generaron 4 clúster o grupos a partir de 7 variables, 6 categóricas y 1 numérica.

Figura 21. Tamaño de los Clusters



Tamaño del clúster más pequeño	5183 (14,7%)
Tamaño del clúster más grande	11985 (33,9%)
Razón de tamaños: Del clúster más grande al clúster más pequeño	2,31

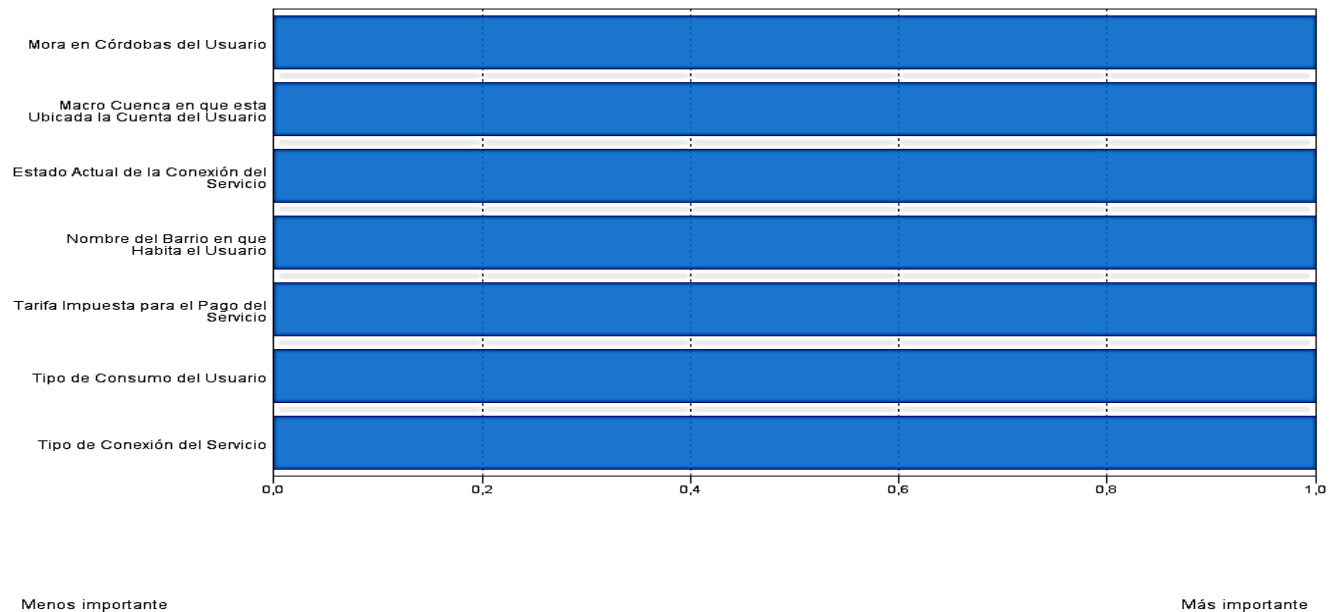
El grafico de tamaños de clústeres muestra los porcentajes, del total de cuentas o individuos bajo estudio, que conforman cada grupo.

Así, se identifica al clúster más grande, 1, con un 33,9% de las cuentas; seguido del clúster 3 el cual abarca al 31,7% de las cuentas y a los clústeres 2 y 4, los cuales abarcan el 19,7% y 14,7% respectivamente, (figura 21).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

El gráfico de importancia del predictor muestra que las 7 variables incluidas en el análisis son importantes para la separación de los clústeres, (figura 22).

Figura 22. Importancia del predictor



Es importante mencionar que para la obtención de una buena segmentación se realizaron diferentes pruebas en cuanto a las variables incluidas en el análisis, esto traducido como la eliminación, suplantación o agregación durante diferentes intentos para poder producir un nivel óptimo de separación o segmentación.

La comparación de clústeres ilustrada a través del figura 22, muestra el comportamiento de cada grupo según las 7 variables medidas.

De acuerdo a la (figura 23), la variable Estado Actual de la Conexión del Servicio, los clústeres mayormente representados son el 1 y 3, y el menos representado es el número 4.

Según la Macro cuenca de ubicación, los clústeres 1, 4 y 3 se encuentra representados en la Zona Alta, destacando los clústeres 1 y 3. El clúster 2 está representado en la Zona Alta Superior.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Véase (figura 23), muestra los clústeres 1, 2 y 3 son semejantes en cuanto a su valor mediano de Mora en Córdoba. El clúster 4 destaca al tener un valor mediano de Mora en Córdoba superior a los clústeres mencionados anteriormente.

Las representaciones de clústeres según los Nombres de Barrios son pequeñas, esto puede estar indicando que los grupos o clústeres no se encuentran concentrados en un solo Barrio, sino que en varios de estos.

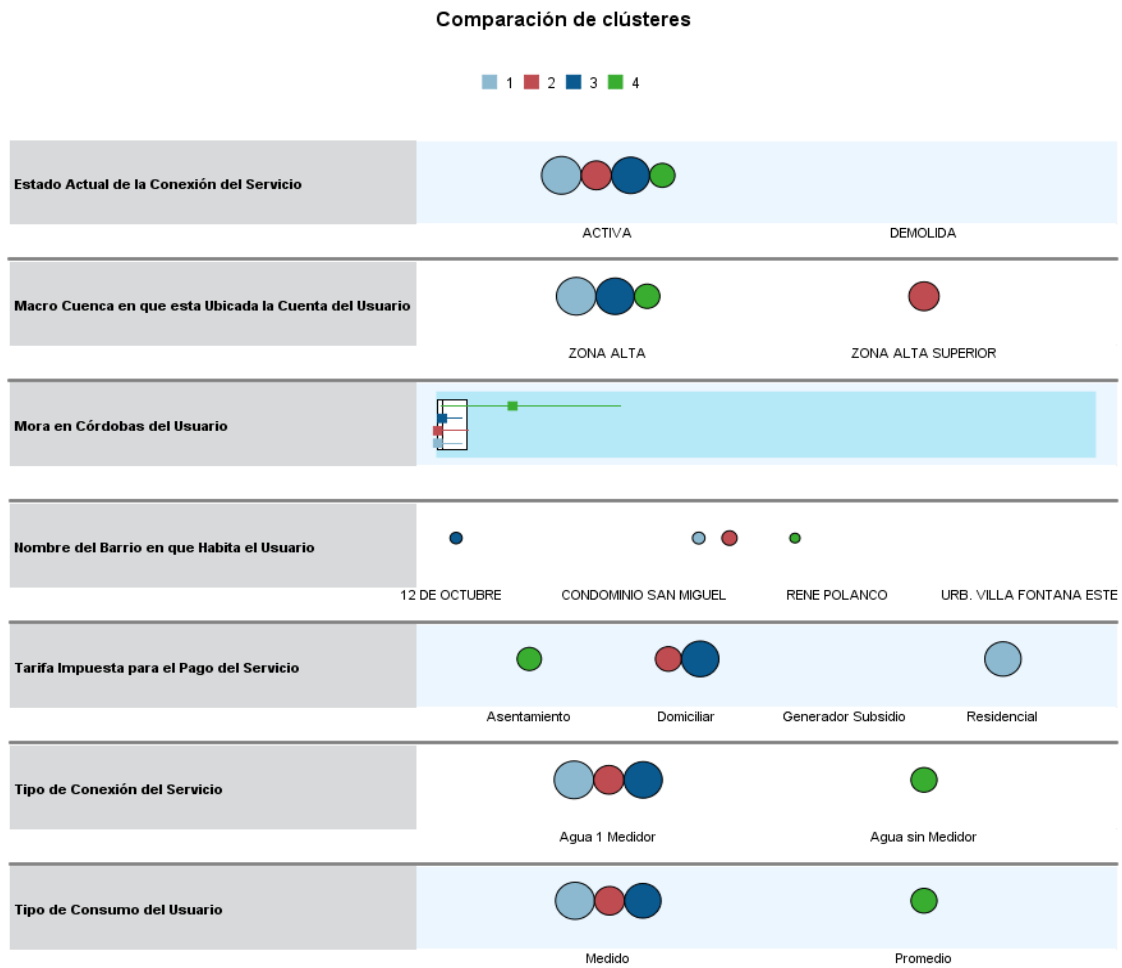
Según las tarifas impuestas de pago, el clúster 1 esta mayormente representado en la Tarifa Residencial en comparación del clúster 4, el cual tiene su representación en la Tarifa de Asentamiento. En cuanto a los clústeres 2 y 3, estos se encuentran representados en la Tarifa Domiciliar, estando mayormente representado en esta categoría el clúster 3.

El tipo de conexión y tipo de consumo presentan comportamientos similares en cuanto a la representación de clústeres en sus categorías. De este modo los clústeres 1 y 3 están mayormente representados en las categorías: Agua con Medidor y Consumo Medido; el clúster 2 también se encuentra representado en dichas categorías, solo que en una menor medida en comparación a los clústeres 1 y 3.

El clúster 4 se encuentra representado en las categorías: Agua sin Medidor y Consumo Promedio, (figura 23).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 23. Comparación de Clústeres



Clúster 1

Cuentas activas ubicadas en la zona alta y con una mediana mora en córdobas similar a la mayoría (similar a la mediana de los clústeres 2 y 3). Su presencia abarca varios barrios de la sucursal Altamira y su tipo de tarifa es la residencial; presentan un tipo de conexión de agua con medidor y su consumo es medido.

Clúster 2

Tienen representación en las conexiones activas, están exclusivamente ubicados en la zona alta superior y presentan montos medianos de mora en córdobas. La ubicación geográfica de

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

estos individuos no está concentrada en un solo barrio y el tipo de tarifa que presentan es domiciliar con conexión con medidor y tipo de consumo medido.

Clúster 3

Son una parte representativa en el conjunto de cuentas activas y en las ubicadas en la zona alta. Su mediana de mora en córdobas es similar a la de los clústeres 1 y 2, y sus barrios de pertenencia podrían ser muchos. Este grupo de cuentas representa la mayor parte de cuentas con tarifa domiciliar y una parte importante de las cuentas con tipo de conexión con medidor

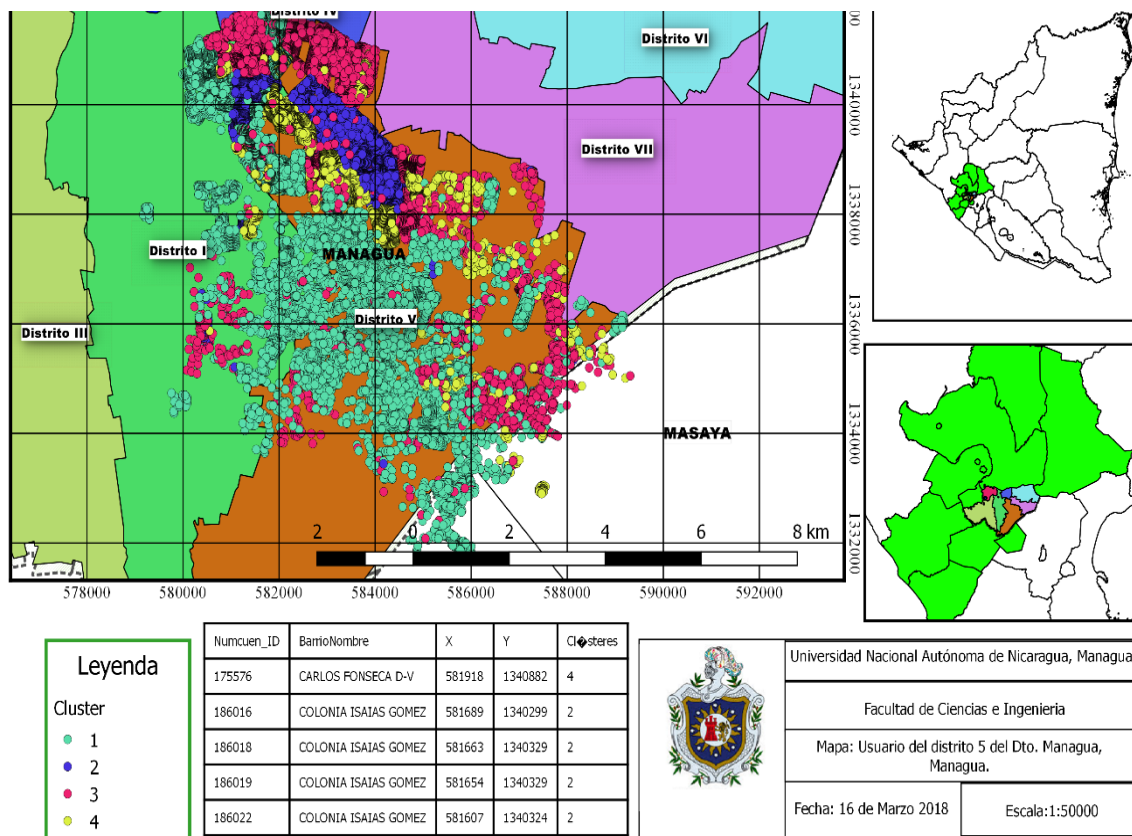
Clúster 4

Este grupo se corresponde con cuentas activas ubicadas en la zona alta con un monto mediano de mora en córdobas superior al de los clústeres 1, 2 y 3. Al igual que los clústeres, su ubicación geográfica comprende más de un barrio. Su presencia es exclusiva en las cuentas con tarifa de asentamiento con conexión sin medidor y consumo promedio.

En la figura 24, corresponde la representación geográfica de los clústeres por cuentas según Mora en córdobas, Macro cuenca, Estado actual de la conexión del servicio, Barrios, Tarifas, Tipo de consumo y Tipo de conexión.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 24. Clúster Por cuentas



Esta sección está dedicada al análisis multivariado por barrios, es importante mencionar antes de continuar que esto quiere decir que los nuevos individuos son los barrios en estudio, para poder llegar a esto se hizo una transformación a la base de datos, esto con la finalidad de obtener más variables las cuales ayudaron a la realización de otras técnicas estadísticas.

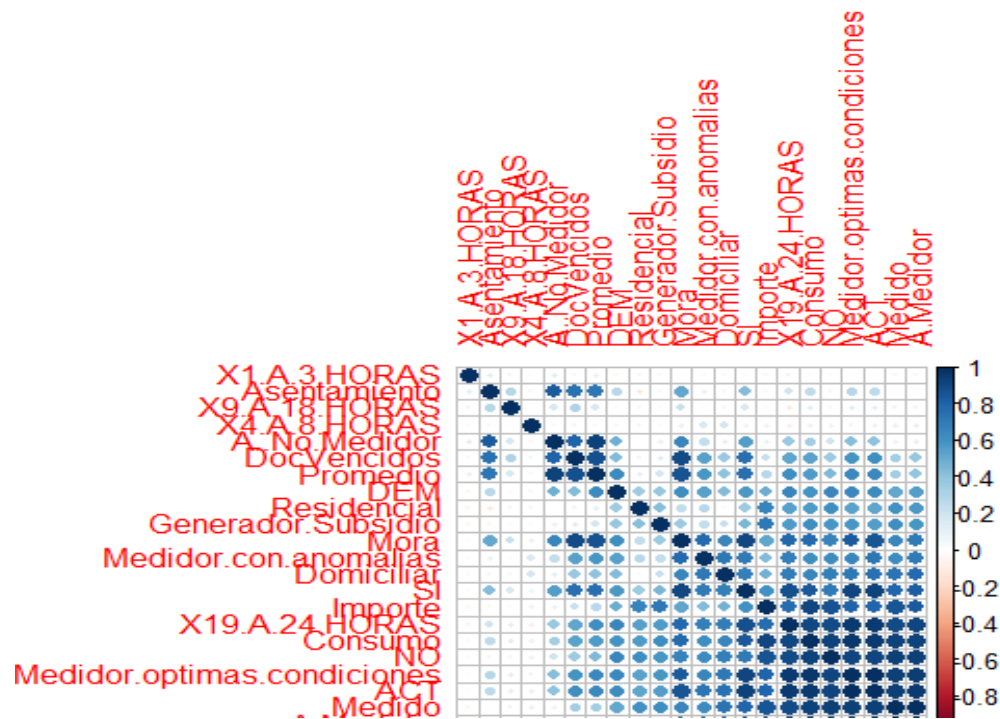
La principal finalidad de esta sección es la aplicación de un Clúster de K-medias, el cual ayudó a conocer a profundidad la agrupación de los barrios según las distintas características medidas, para ello fue importante en primera instancia la elaboración de un Análisis de Componentes Principales combinado con un Clúster, para tener un horizonte del número posible de futuras agrupaciones.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Es importante mencionar que uno de los principales pilares en cuanto a la elaboración de un ACP, es que exista correlación entre las variables en estudio, es decir que presenten factores comunes.

Para esto primeramente se analizaron las correlaciones entre las variables en estudio, tal y como se puede observar en la figura 25 las cuales reflejan que existen variables tales como horario de 1 a 3 horas, horario de 4 a 8 horas y horario de 9 a 18 que no presentan correlación con la mayoría de las otras variables en estudio, (figura 25).

Figura 25. Correlaciones entre las distintas variables de consumo y servicio

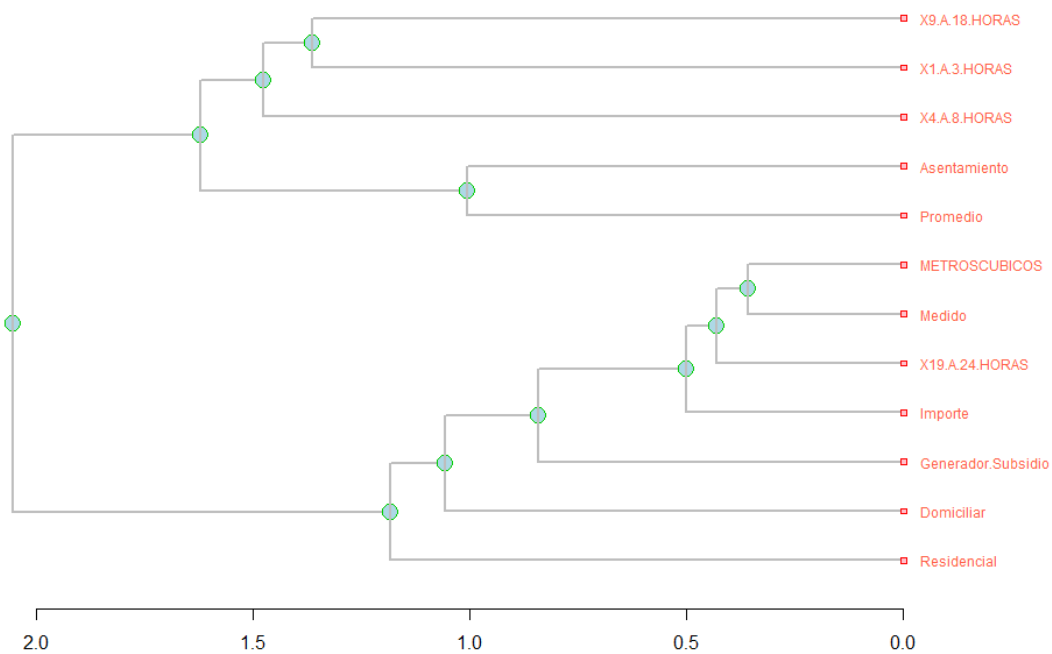


Con respecto a estas variables mencionadas anteriormente se tomó la decisión de excluirlas para la elaboración del Análisis de Componentes Principales, esto con la finalidad que su presencia no afectara en el porcentaje de varianza explicada, esto sustentado con el hecho que no presentan correlación con las demás variable, y además que si se elabora un Clúster con las variables podemos observar que estas son representadas por otras variables tales como

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

la variable de tarifa de Asentamiento y la variable de consumo medido, las cuales presentan agrupación con las variables excluida, (figura 26).

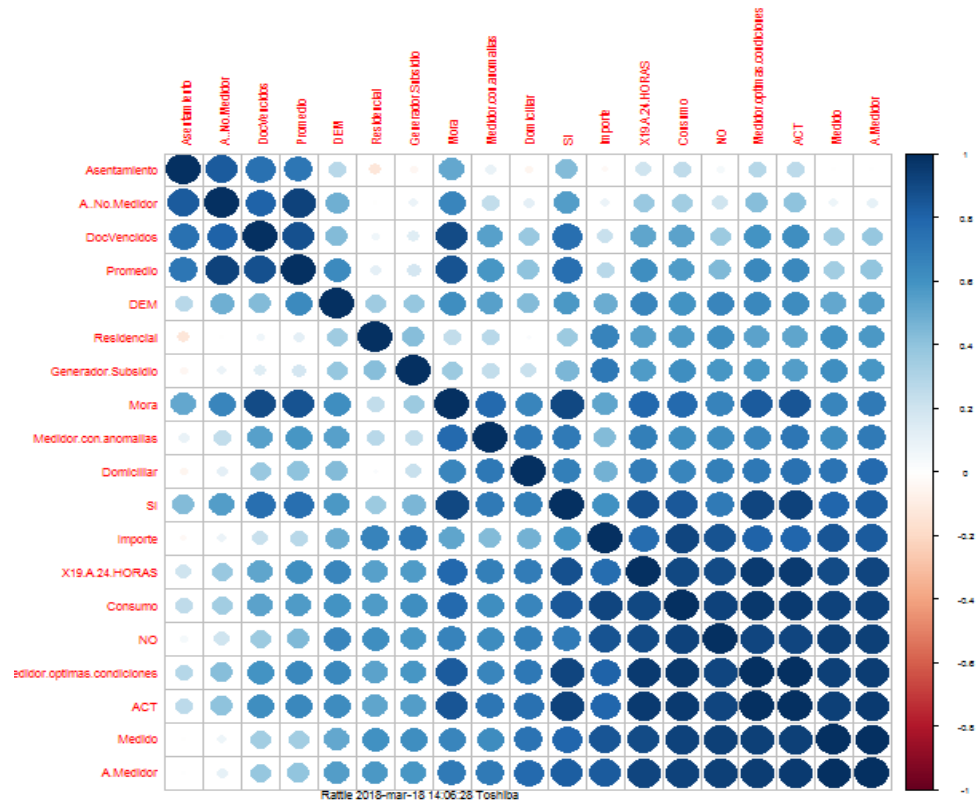
Figura 26. Clúster de correlaciones de variables usando pearson.



Una vez eliminando las variables que no aportarían a la elaboración de nuestro Análisis de Componentes Principales, se encontró que los niveles de correlación aumentaron considerablemente entre las demás variables en estudio, logrando de esta forma que existan altos niveles de correlación entre nuestras variables, garantizando de esta forma altos niveles de varianza explicada por los componentes de ACP, (figura 27).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 27. Correlaciones entre las nuevas variables en estudio



Sacando el mejor provecho de la Figura 27, y haciendo referencia a una de nuestras variables de mayor interés de servicio, sería la tarifa, podemos encontrar que la tarifa de asentamiento se correlaciona de manera positiva es decir que ambas variables presenta crecimiento de valores similares con variables como agua sin medidor, numero de documentos vencidos, con la mora con tipo de medición de consumo promediado.

Mientras que las tarifas de Generador de Subsidio y Residencial se relacionan de manera positiva con el consumo, medidor en óptimas condiciones, agua con medidor, horario de 19 a 24 horas.

Mientras que domiciliar existe una proliferación, ya que esta variable presenta correlaciones altas con la mayoría de las variables en estudio.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Con la finalidad de una visualización de manera numérica a continuación se presentan las correlaciones antes mencionadas de manera tabular (matriz) podemos encontrarnos que la mayoría de los valores de correlación presentan valores mayores a 0.6 en valor absoluto, (cuadro 31).

Esta matriz es una pilar fundamental para la obtención de los componentes principales, ya que en esta se extraen los valores y vectores propios, cuyo proceso se realiza de manera automatizado con la utilización de los software especializados.

Antes de pasar con la explicación del Análisis de Componentes Principales, es importante recalcar lo siguiente, que debido a que la investigación está en el campo de la Minería de Datos y además que el valor de la media coincide con el valor de la población, obviamos los supuestos tales como el *Test de esfericidad de Bartlett*, *KMO*, entre otros supuestos que se deben de cumplir para la aplicación de la técnica del ACP.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cuadro 31. Matriz de Correlaciones

	Asentamiento	A. No.Medidor	Promedio	DEM	Residencial	Generador.Subsidio	Mora	Medidor.con.anomalias
Asentamiento	1.0000	0.8386	0.7235	0.2744	-0.1328	-0.0477	0.5195	0.0965
A.No.Medidor	0.8386	1.0000	0.9212	0.4893	-0.0097	0.0830	0.6550	0.2402
Promedio	0.7235	0.9212	1.0000	0.6393	0.1187	0.1810	0.8611	0.5882
DEM	0.2744	0.4893	0.6393	1.0000	0.3560	0.3809	0.6180	0.5420
Residencial	-0.1328	-0.0097	0.1187	0.3560	1.0000	0.4225	0.2444	0.2729
Generador.Subsidio	-0.0477	0.0830	0.1810	0.3809	0.4225	1.0000	0.3646	0.2420
Mora	0.5195	0.6550	0.8611	0.6180	0.2444	0.3646	1.0000	0.7759
Medidor.con.anomalias	0.0965	0.2402	0.5882	0.5420	0.2729	0.2420	0.7759	1.0000
Domiciliar	-0.0583	0.1102	0.4049	0.4306	0.0242	0.2200	0.6518	0.7185
Importe	-0.0387	0.0843	0.2761	0.4920	0.6657	0.7149	0.5205	0.4365
X19.A.24.HORAS	0.2070	0.3705	0.6110	0.6502	0.5466	0.5675	0.7809	0.6883
Consumo	0.2507	0.3496	0.5637	0.5978	0.5612	0.6169	0.7783	0.6117
Medidor.optimas.condiciones	0.2831	0.4208	0.6419	0.6495	0.5383	0.5812	0.8307	0.6576
ACT	0.2643	0.4000	0.6457	0.6238	0.5248	0.5600	0.8511	0.7202
Medido	-0.0087	0.0759	0.3445	0.5190	0.6000	0.6143	0.6557	0.6236
A.Medidor	0.0021	0.1026	0.3982	0.5510	0.5782	0.5844	0.7056	0.7084

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

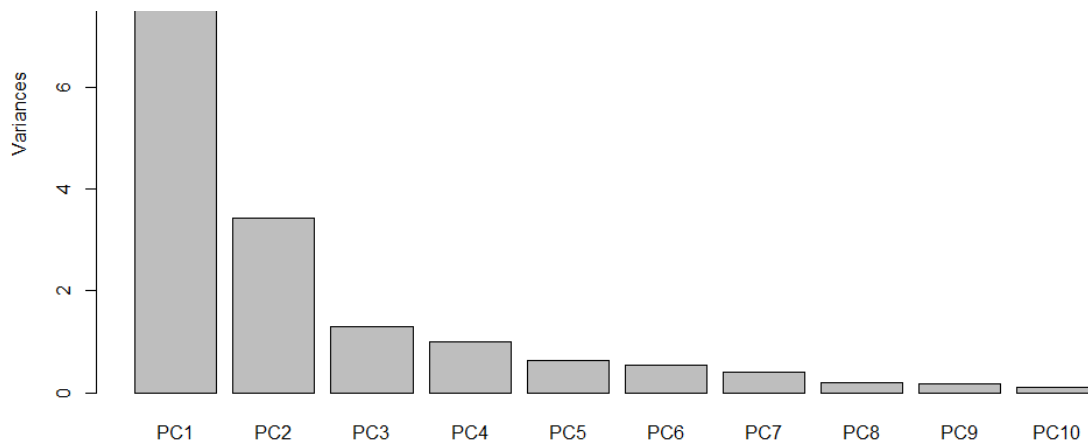
Cuadro 31. Matriz de Correlaciones (continuación)

	Domiciliar	Importe	19.A.24.H	Consumo	M.con.anomal	ACT	Medido	A.Medidor
Asentamiento	-0.0583	-0.0387	0.2070	0.2507	0.2831	0.2643	-0.0087	0.0021
A.No.Medidor	0.1102	0.0843	0.3705	0.3496	0.4208	0.4000	0.0759	0.1026
Promedio	0.4049	0.2761	0.6110	0.5637	0.6419	0.6457	0.3445	0.3982
DEM	0.4306	0.4920	0.6502	0.5978	0.6495	0.6238	0.5190	0.5510
Residencial	0.0242	0.6657	0.5466	0.5612	0.5383	0.5248	0.6000	0.5782
Gener.Subsidio	0.2200	0.7149	0.5675	0.6169	0.5812	0.5600	0.6143	0.5844
Mora	0.6518	0.5205	0.7809	0.7783	0.8307	0.8511	0.6557	0.7056
M.con.anomal	0.7185	0.4365	0.6883	0.6117	0.6576	0.7202	0.6236	0.7084
Domiciliar	1.0000	0.4724	0.6982	0.6503	0.7161	0.7467	0.7347	0.7742
Importe	0.4724	1.0000	0.7697	0.9113	0.8050	0.7910	0.8544	0.8339
19.A.24.H	0.6982	0.7697	1.0000	0.9060	0.9508	0.9521	0.8992	0.9134
Consumo	0.6503	0.9113	0.9060	1.0000	0.9625	0.9567	0.9234	0.9221
Me.optima.condicio	0.7161	0.8050	0.9508	0.9625	1.0000	0.9950	0.9359	0.9408
ACT	0.7467	0.7910	0.9521	0.9567	0.9950	1.0000	0.9380	0.9516
Medido	0.7347	0.8544	0.8992	0.9234	0.9359	0.9380	1.0000	0.9930
A.Medidor	0.7742	0.8339	0.9134	0.9221	0.9408	0.9516	0.9930	1.0000

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Una vez conociendo que existen altas correlaciones entre nuestras variables, podemos proceder con la elaboración del ACP, para ello hicimos uso de factorMiner, el complemento de la librería R-comander, en la cual pudimos detectar lo siguiente:

Figura 28. Número de Componentes Principales



Se dice que la varianza total explicada y atribuida a cada factor es usada para conocer el número factores que se tienen que retener, tal y como podemos ver en la figura es necesario la retención de dos componentes las cuales explicarán más del 80% de la Inercia, (figura 28 y 32).

Una de las bondades que obtenemos en la utilización de FactorMiner, el complemento de la librería R-comander, es la vinculación de un Clúster de Individuos con el ACP tradicional de variables.

En la figura 29, se puede observar que haciendo uso de un Clúster por individuos se forman 4 grupos, de los cuales 2 de ellos representa a la mayor parte de los individuos, mientras que los dos restantes contienen una pequeña parte de estos.

Otra forma de ver los clúster creados, sería en el plano principal sería utilizando el Factor Map, en el cual se puede observar la ubicación de los clúster por individuos creados, según los distintos niveles de corte.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En este caso se realizó un corte a nivel de 4 clúster, tal y como se representa en la figura 29, en esta figura podemos evidenciar a mayor escala el tamaño de los clúster, además que hay un traslape entre los clúster más grandes.

Figura 29. Cluster Jerarquico en el mapa de factores

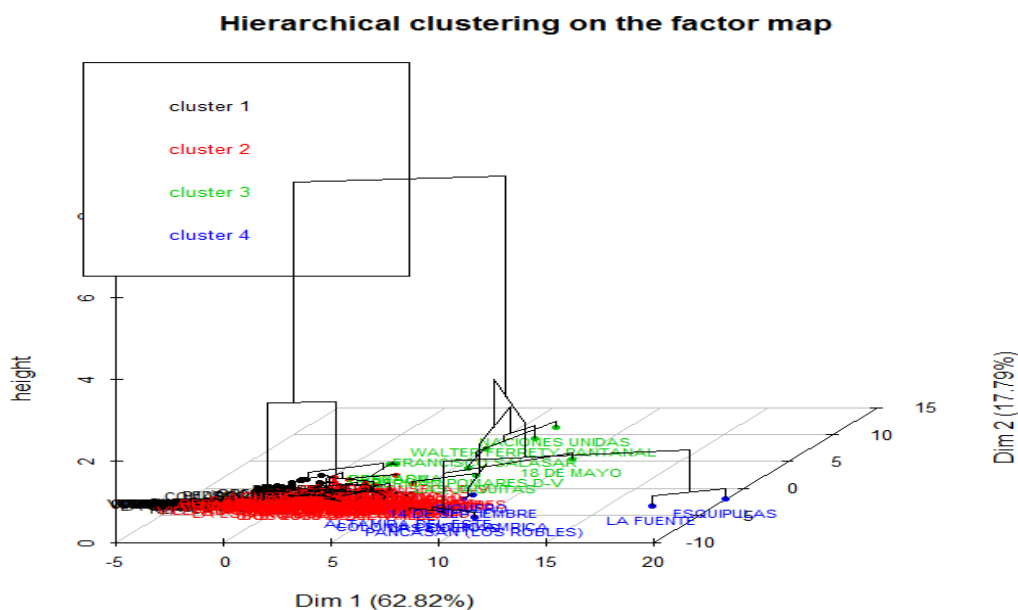
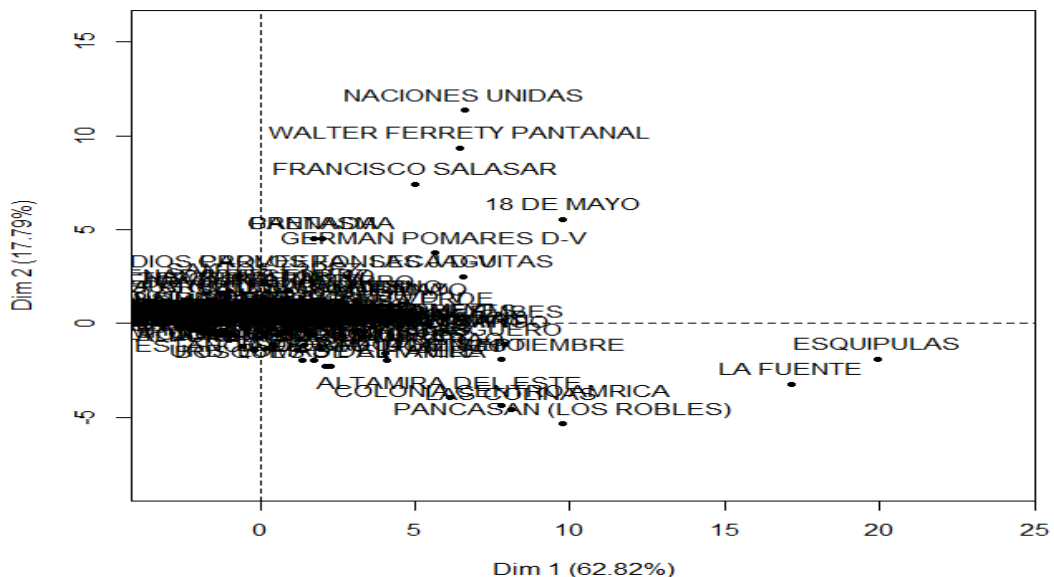


Figura 30. Número de Componentes Principales



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Con la ayuda del Plano Principal y el Mapa de Factores podemos evidenciar lo anterior dicho que el porcentaje de Inercia contenido en los dos componentes contienen el 81% de la Inercia de los Datos.

En la figura 32 principalmente se puede observar el peso que tiene cada variable en la composición de los componentes. Es por ello que es muy importante conocer que según la magnitud, sentido y ubicación de los vectores respecto a los ejes de coordenadas ya que estos darán las pautas para el análisis posterior, tal es el caso que si existe un vector largo, y muy próximo al eje horizontal, indica que esa variable se atribuye más al componente horizontal. Así mismo, con la dirección indica en que sentido la variable crece o decrece.

Los vectores de escasa magnitud indican que esa variable no afecta a los componentes graficados, y un vector que cruce en diagonal significa que la influencia tiene aspectos ambiguos no explicados por estos componentes.

Según nuestro plano de componentes podemos evidenciar que variables como domiciliario, consumo, horario de 19 a 24 horas, presenta documentos vencidos, mora, consumo medido y agua con medidor se atribuyen más al componente principal horizontal.

Mientras que variables como Tarifa promediada, Asentamiento, agua sin medidor se relacionan de forma negativa con las variables de Tarifa Residencial, Generador de Subsidio, pero estos a su vez se atribuyen más al eje vertical.

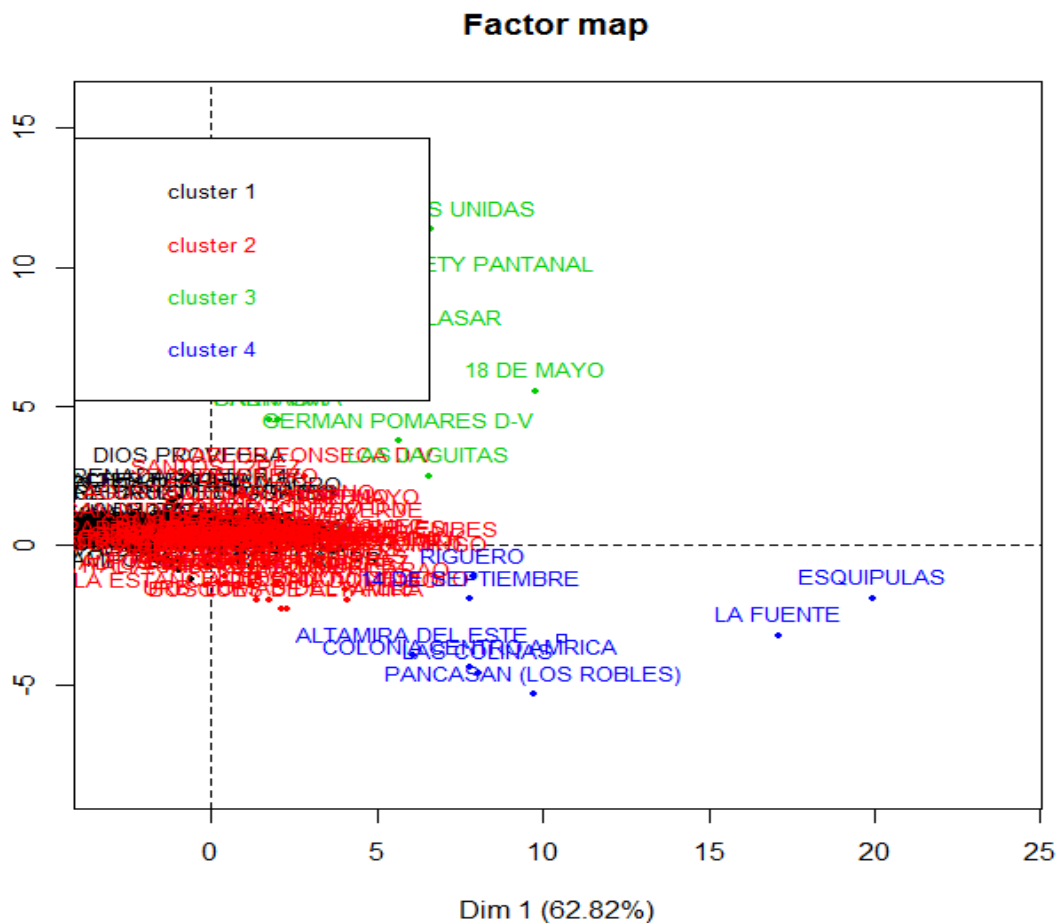
Otro análisis que se pudo obtener es que Barrios como el German Pomares, Nacione Unidas, 18 de Mayo, el Pantanal son los que presentan mayor cantidad de tarifas promediada y de Asentamiento, agua sin medidor, medidor con anomalías.

Mientras que Barrios como Los Robles, Altamira, La 14 de Septiembre, la Fuente y Esquipulas son los que gozan del mejor horario de abastecimiento, presentan la mayor parte de las tarifas residenciales y generador de subsidio, con los valores de importe más altos, así como también el consumo medido y por ende agua con medidor También podemos observar que los clúster que se traslapan son los que presentan la mayor parte de las tarifas Domiciliares.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

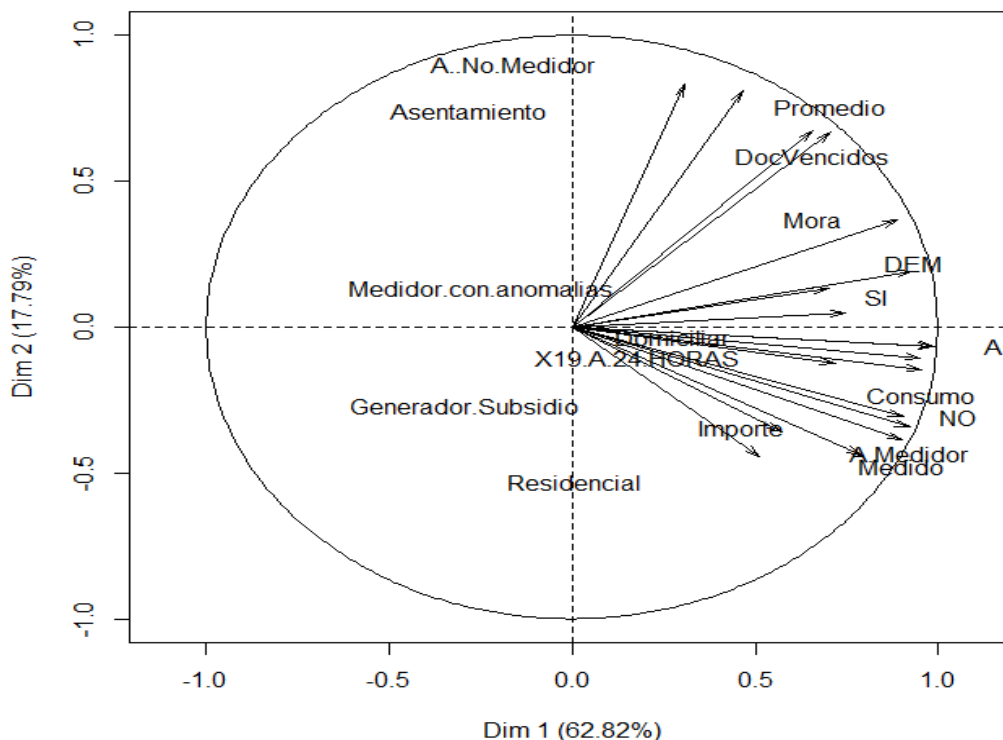
Es de suma importancia aclarar que el uso que se le dio al ACP y el Clúster fue para obtener el primer escenario con los datos, además como herramienta para detectar el número de agrupaciones y características de los mismos por tal manera no se entrará en detalles.

Figura 31. Mapa de componentes.



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Figura 32. Número de Componentes Principales



Elaboración de Clúster con el método de K medias

Tomando como referencia la información dada en la elaboración del Clúster y del Análisis de Componentes Principales, solicitamos al software SPSS que el método corriera con el fin de ejecutar cuatro clúster, de los cuales únicamente formaba 3 con individuos, es por ello que se tomó la decisión de volver a correr el método solicitando la generación de 3 clúster únicamente, dado que se suprimió un clúster esto nos conllevaría a pensar que esto se pudo dar por el traslape que clúster que vimos anteriormente, ver (figura 29).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el cuadro 32, se evidencian los centroides iniciales de los clúster, los cuales desde el inicio presentan claras agrupaciones debido a los montos que son los centroides, los cuales atraerán información según las características de las diferentes cuentas.

Cuadro 32. Centros de clústeres iniciales

	Clúster		
	1	2	3
Mora	,00	13588,40	38707,50
Medido	0	1133	1700
Promedio	21	76	631
Importe	,00	14522,87	94010,05
METROS CUBICOS	,00	4813,58	5143,31
Asentamiento	0	0	4
Domiciliar	16	8	916
Generador Subsidio	1	649	163
Residencial	4	552	1248
1 A 3 HORAS	0	0	0
19 A 24 HORAS	0	1209	2331
4 A 8 HORAS	21	0	0
9 A 18 HORAS	0	0	0

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cuadro 33. Historial de iteraciones

Iteración	Cambiar en centros de clústeres		
	1	2	3
1	2494,358	9085,618	6836,350
2	5087,079	2247,740	,000
3	3305,862	111,504	,000
4	8538,429	3016,678	,000
5	,000	,000	,000

Cuadro 34. Centros de clústeres finales

	Clúster		
	1	2	3
Mora	1365,04	10920,49	33193,87
Medido	102	461	834
Promedio	28	184	578
Importe	7279,10	35369,25	54926,55
Consumo	3614,32	18115,43	36187,64
Asentamiento	14	102	378
Domiciliar	44	342	682
Generador Subsidio	15	91	102
Residencial	56	109	250
1 A 3 HORAS	2	2	0
19 A 24 HORAS	115	563	1256
4 A 8 HORAS	1	50	0
9 A 18 HORAS	12	29	155

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el cuadro 33, se puede apreciar que los valores comienzan a converger a partir de las 5 iteraciones y por lo tanto los nuevos centroides de los grupos serán los que se plantean en la (cuadro 34). Dada la información anterior se procede con la elaboración de los Clúster y por ende la clasificación e ubicación de los individuos en dichos clúster.

Cuadro 35. Número de caso de clúster

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	127	77,4	77,4	77,4
2	32	19,5	19,5	97,0
3	5	3,0	3,0	100,0
Total	164	100,0	100,0	

Se determinó que en el clúster 1 ingresaron 127 barrios, dicho clúster posee el 77% del total de barrios en estudio, en el clúster 2 está conformado por 32 barrios lo cual representa el 20% de los barrios, es importante mencionar que el 97% de los barrios son representados por estos tres clúster, y finalmente el clúster 3 el cual contiene 5 barrios, lo que representa el 3% del total.

Normalización de los datos

La normalización se puede lograr de muchas maneras diferentes, existen tres formas principales:

1. Normalización Min Max
2. Normalización Z-score
3. Normalizado por escala decimal

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

El pre procesamiento de datos a través de la técnica de normalizar datos, es la forma más precisa de tener datos limpios y rápidos, los cuales serían los más útiles para el análisis estadístico.

Con la finalidad de conocer más a fondo las características de los clúster creados se estandarizaron los datos para facilitar la interpretación eliminando el efecto que tienen las unidades de medida. Este procedimiento se realizó basado en el principio de mínimo-máximo, como se muestra en la siguiente fórmula:

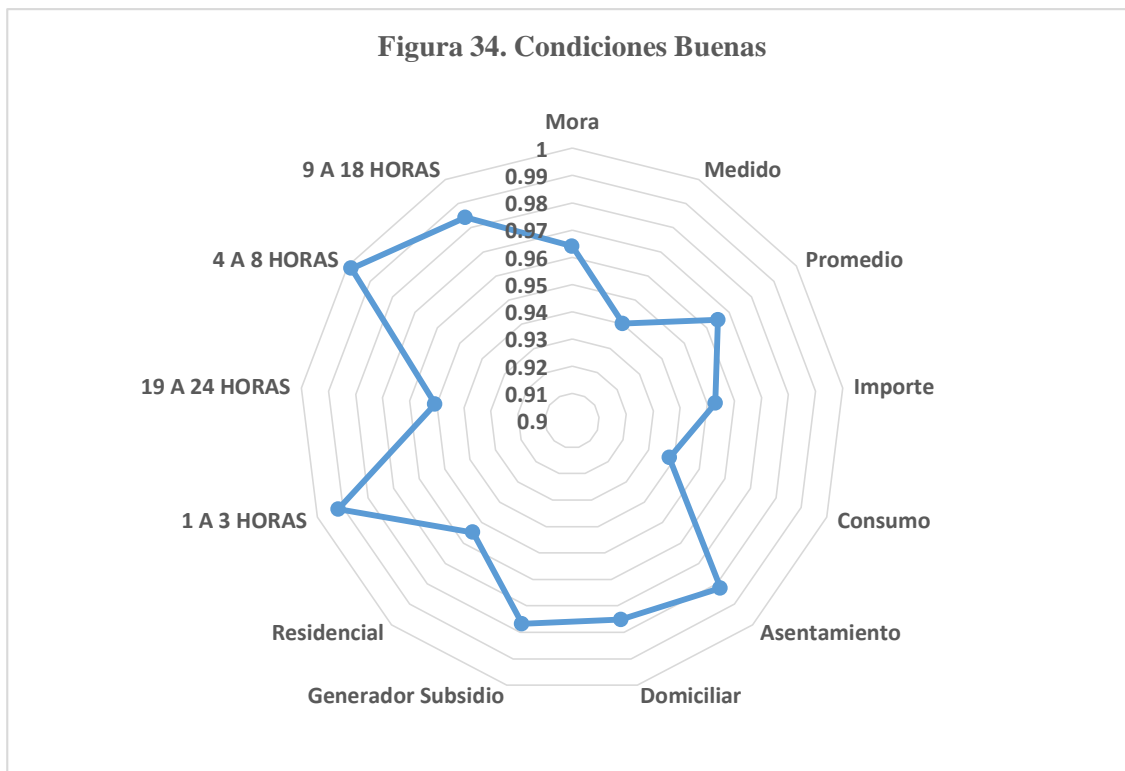
Figura 33. Formula de Estandarización

$$X^t = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Es importante mencionar que debido a esta transformación, la lectura de los valores de los clúster creados, son de la siguiente manera, los valores estarán en una escala del 0 al 1, cuyos valores menores (Cercanos a Cero) en la variables representan mejores condiciones y los valores altos (Cercanos a Uno) representan condiciones peores.

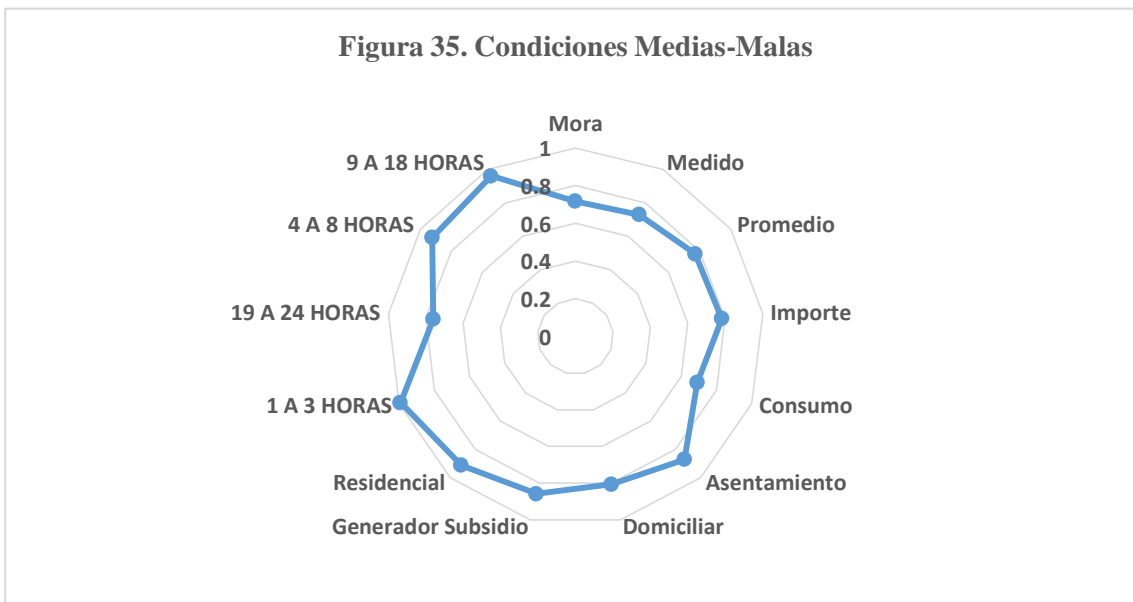
Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

En el clúster 1 el cual representa al 77% de los barrios, fue denominado como barrio en condiciones buenas en cuanto a servicio y abastecimiento ya que posee un horario de 19 a 24 horas, edemas presentan los niveles de mora bajos, consumo que se complementa con sus necesidades, la mayor parte es consumo medido, (figura 34).

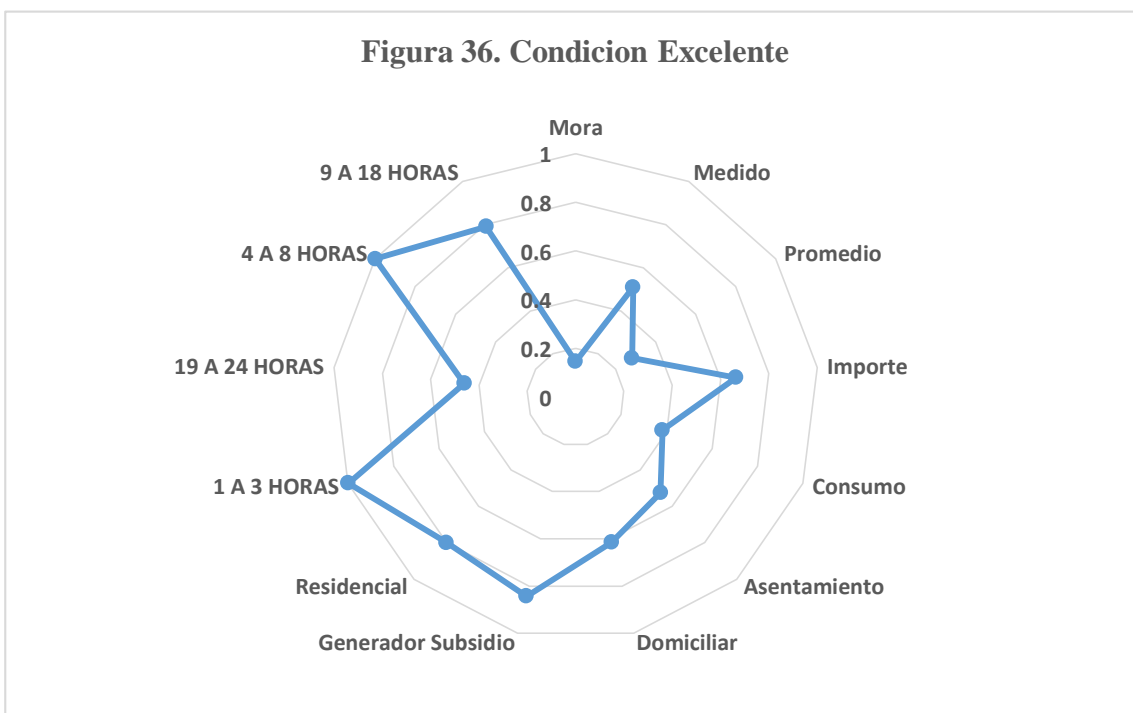


En el clúster 2 el cual representa al 20% de los barrios, fue denominado como barrio en condiciones de medias a malas ya que presenta un horario de abastecimiento fraccionado, es decir el horario de abastecimiento más bajo de los tres grupos, además presenta los valores de mora más alto, y las tarifas que predominan son asentamiento y domiciliar, (figura 35).

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.



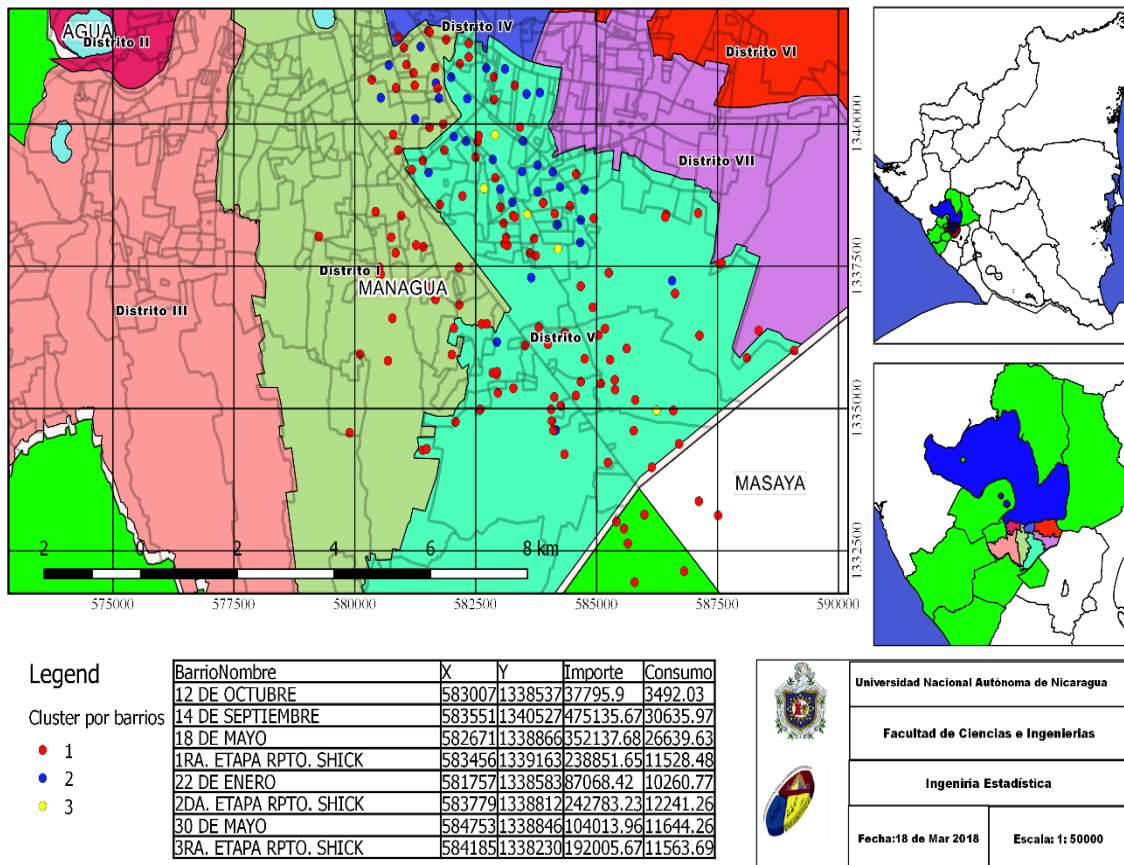
En el clúster 3 el cual representa al 3% de los barrios, fue denominado como barrio en condiciones excelentes en cuanto a servicio y horario de abastecimiento, en este predominan las tarifas Residenciales y Generadoras de subsidio, además presentan el horario de abastecimiento más alto y los niveles de mora mas bajos, (figura 36).



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

La figura 37, señala la representación geográfica de clústeres por barrios según importe, consumo y horarios de abastecimientos.

Figura 37. Clúster por barrios



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

9.4 Sistema de alerta georreferenciado de acuerdo a la predicción de los niveles de riesgos de horarios de abastecimientos de agua potable, según usuarios.

Random Forest

Random Forest es un método de aprendizaje automatizado pues su objetivo es aprender de datos históricos para crear patrones de comportamiento que permitan la clasificación futura de nuevos casos.

Los bosques aleatorios o random forest se encuentran dentro de los métodos de aprendizaje supervisado por entrañar una variable etiqueta o una variable a predecir, a diferencia de los métodos de aprendizaje no supervisado, los cuales no poseen una variable destino, puesto que su objetivo no es predecir, sino simplemente encontrar una estructura (clasificación) en los datos.

Este método está comprendido dentro de lo que se conoce como “conjuntos clasificadores” dada a su metodología empleada.

Un conjunto clasificador es un conjunto de estructuras base para las cuales la decisión final o predicción no se basa únicamente en el resultado de un único clasificador, sino que en un conjunto de estos. Los bosques aleatorios parten de un clasificador base, el cual es un árbol de decisión. De esta forma, se generan un número finito de árboles de decisión los cuales serán producto de un muestreo con reemplazo de casos y de variables.

En este sentido, se formaran tantos arboles como el analista lo especifique y se incluyeran en cada árbol el número de variables a como este mismo lo especifique.

Cada árbol tendrá el mismo número de casos que el total estos, con la diferencia de que algunos serán casos repetidos y otros casos, presentes en el total de registros, no aparecerán. Debido a esta metodología se dice que la proporción de casos distintos en cada árbol de decisión es de 0.63 aproximadamente, que es igual a 1 menos la probabilidad de que un elemento no aparezca (Capillas, 2014).

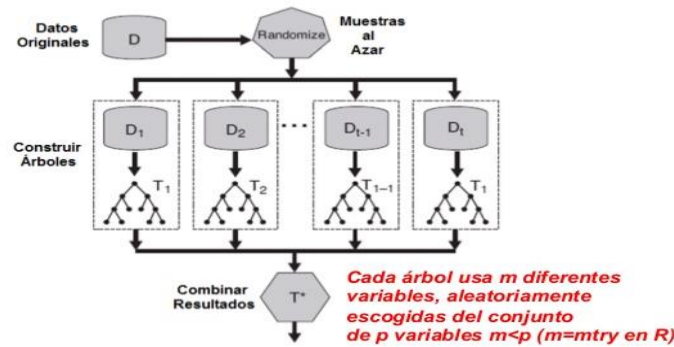
Las variables introducidas en cada árbol también son seleccionadas de manera aleatoria.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Finalmente, los arboles de decisión, en su conjunto, llegan a un consenso para determinar la respuesta final de predicción, vista como el resultado de aplicar random forest o bosques aleatorios, ver (figura 38).

Figura 38. Bosques Aleatorios

Bosques Aleatorios (Random Forest)



Fuente: PROMIDAT IBEROAMERICANO

La construcción y calibración del modelo de Random Forest (Bosques Aleatorios) para la predicción del nivel de riesgo de cobertura de agua potable de los usuarios de la Sucursal Altamira ubicada en el Distrito V del Municipio de Managua se realizó mediante una serie de ensayos, donde el resultado de interés en cada prueba era observar el comportamiento de la importancia de las variables de entrada y los porcentajes de error de la matriz de confusión.

En este sentido, primeramente se ejecutó el modelo en Rattle (Interfaz del Software R) con todas las variables consideradas en el presente estudio.

Se muestra en el cuadro 36, que las únicas variables excluidas inicialmente corresponden a: Número de Cuenta: Por ser una variable con valores sin interpretación práctica para fines predictivos.

Barrio Nombre: Por ser una variable cualitativa no codificada, con 164 categorías.

Horas de Abastecimiento: Por reflejar la misma información que la variable destino “Nivel de Riesgo”.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Es importante mencionar que se realizó un renombramiento a la variable horario de abastecimiento la cual será nombrada como: "Niveles de Riesgo", con el fin de dar a entender a la deficiencia del servicio de abastecimiento de agua potable que asume el usuario.

Por lo cual quedará definida de la siguiente manera:

Niveles de Riesgo	
Horario de Abastecimiento	Nivel de Riesgo
De 1 a 3 horas	Alto
De 4 a 8 horas	Medio
De 9 a 18 horas	Bajo
De 19 a 24 horas	Nulo

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Del total de datos, se utilizaron un 75% para la construcción del modelo y un 25% para la calibración del mismo.

Cuadro 36. Variables en estudios

No. Variable	Tipo de				
	Datos	Entrada	Destino	Ident	Ignorar
1 Número de cuenta	Ident.			✓	
2 Barrio Nombre	Catagórica			✓	
3 Latitud	Numérica	✓			
4 Longitud	Numérica	✓			
5 Tipo de Conexión	Catagórica	✓			
6 Estado Actual de Conexión	Catagórica	✓			
7 Macro Cuenca	Catagórica	✓			
8 Documentos Vencidos	Catagórica	✓			
9 Mora en Córdoba	Numérica	✓			
10 Numero de Docs. Vencidos	Numérica	✓			
11 Tipo de Consumo	Catagórica	✓			
12 Importe	Numérica	✓			
13 Consumo en Metros Cúbicos	Numérica	✓			
14 Incidencia	Catagórica	✓			
15 Tarifa	Catagórica	✓			
16 Tipo de Anomalía	Catagórica	✓			
17 Estado del Medidor	Catagórica	✓			
18 Horas de Abastecimiento	Catagórica				✓
19 Numero de Docs. Vencidos (Categ.)	Catagórica	✓			
20 Importe (Categ.)	Catagórica	✓			
21 Consumo (Categ.)	Catagórica	✓			
22 Nivel de Riesgo	Catagórica		✓		

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Luego de haber tenido dichas consideraciones se procedió a ejecutar el modelo de Random Forest o Bosques aleatorios con los parámetros (Trees = Numero de Árboles y Variables = Numero de Variables) predeterminados por Rattle.

Dichos valores predeterminados corresponden a:

Trees: 500

Variables: 4

Dado al elevado porcentaje de error global y error por clase y la poca importancia de algunas variable, se repitieron sucesivamente los ensayos cambiando el parametro variables, hasta llegar a ajustar sus valores de la manera siguiente:

Trees: 500

Variables: 10

El criterio de eliminacion de variables por importancia se baso en:

Mean Decrease Accuracy (MDA)

Para realizar el modelo Random Forest se usael bootstrap, con el fin de entrenar cada árbol que se agregará en el bosque. En dicho proceso se deja aproximadamente un tercio de los casos de la muestra; a los casos que no son considerados para entrenar el árbol se les llama out-of-bag (OOB). Con ellos se puede estimar un error insesgado de clasificación y también se pueden utilizar para hacer una estimación de la importancia de las variables. El funcionamiento de esta lógica es la siguiente: primero se escoge el error de clasificación out-of-bag, después se toma una variable al azar y se permutan sus valores dentro de los datos de entrenamiento, ocasionando que dicha variable escogida descorrelacione lo aprendido por el modelo. Luego se vuelve a calcular el error OOB, para luego compararlo con el error calculado inicialmente. En consecuencia, por lógica, si el error cambia, se afirma que dicha variable es importante. Este proceso se repite con todas las variables y luego estas se ordenan de acuerdo a los cambios que produjeron cada una en los errores OOB.

Mean Decrease Gini (MDG)

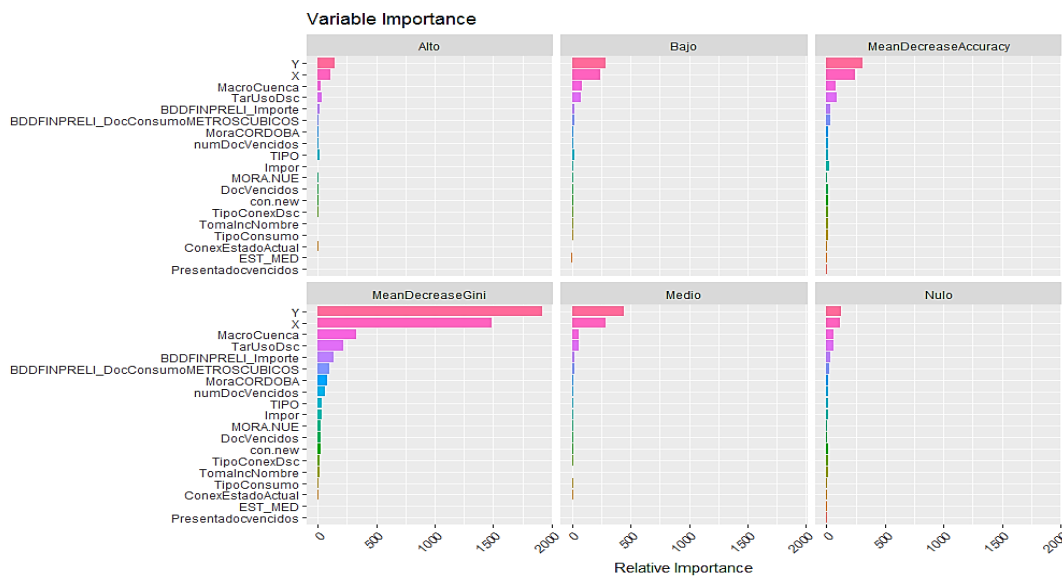
Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Otra manera de estimar la importancia de las variables en el modelo Random Forest es utilizando el criterio de Gini. Este consiste en seleccionar la variable en cada partición en la construcción de los árboles y que corresponde a una disminución de esta medida. La importancia de una variable en un árbol se mide como la suma de los decrementos atribuidos a esa variable y la importancia final, como la media en todos los árboles. En el acápite 2.2.1 se definió el índice de Gini, que cuando es usado como función de impureza se le conoce como Gini Importance o Mean Decrease Gini. Esta medida es usada en el programa Python como medición de la importancia de las variables.

Con las especificaciones antes expuestas se genera un modelo de Random Forest con los siguientes resultados:

Importancia de las variables

Figura 39. Importancia de las variables



Con la ayuda de la figura 39, podemos identificar aquellas variables que están aportando mayor información para la construcción del modelo. Se observa que las variables X e Y, latitud y longitud respectivamente, son las variables que más ayudan a clasificar las cuentas usuarios en los niveles de riesgo evaluados. Variables como: presenta documentos vencidos

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

(Documentos Vencidos), EST_MED (Estado del Medidor), Conexión Estado Actual (Estado Actual de la Conexión), Tipo de Consumo (Tipo de Consumo) y Toma Incidencia (Incidencia) presentan muy poca representatividad en la clasificación de las cuentas usuarios.

Cuadro 37. Matriz de Confusión

-	Alto	Bajo	Medio	Nulo	Class. error
Alto	185	35	0	18	0.22
Bajo	4	2039	32	309	0.14
Medio	0	15	1213	83	0.07
Nulo	2	91	41	29047	0.00

En la figura 37, señala que la precisión obtenida a través del modelo con parámetros predeterminados es del 98.1% y su precisión para cada nivel de las variables destino es de:

Alto = 78%

Bajo = 86%

Medio = 93%

Nulo = 100%

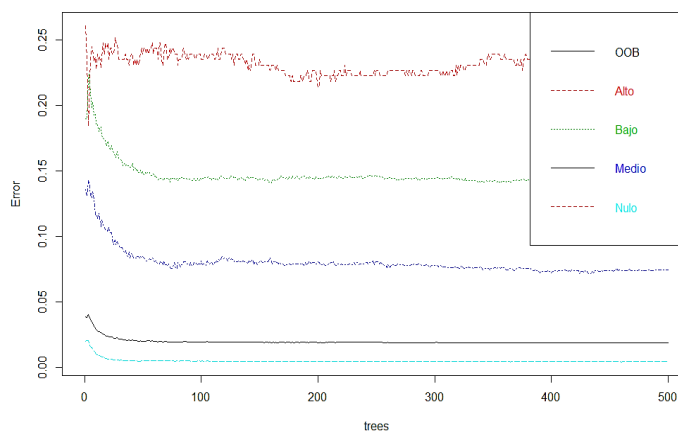
Esto indica que, de usar el modelo con las especificaciones hasta ahora descritas, acertaríamos, en general, un 98% de las veces.

Tendríamos una precisión del 78% al predecir una cuenta usuario en nivel Alto de riesgo; una precisión del 86% al predecir una cuenta usuario en nivel Bajo de riesgo; una precisión del 93% al predecir una cuenta usuario en nivel medio de riesgo y una precisión del 100% al predecir una cuenta usuario en nivel Nulo de riesgo.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

La figura 40, ilustra que a partir de 200 árboles creados los errores, para cada nivel de las variables destino, empiezan a estabilizarse.

Figura 40. Tasas de error de boques aleatorios



Aunque los resultados mejoraron (el porcentaje de errores disminuyeron y la precisión aumento) con las especificaciones de 500 árboles y 10 variables, se decidió realizar un ensayo más descartando aquellas variables que tenían poca representatividad en la clasificación de las cuentas usuarios.

De esta forma, se indicaron nuevamente especificaciones al modelo, con el fin de comprobar si la omisión de las variables que no aportan información para la clasificación ayudan a mejorar la precisión del modelo.

Es importante aclarar que la partición de los datos ha sido la misma en todos los ensayos evaluados, y por tanto es la que se utilizara en este último. Dicha partición corresponde a un 75% de datos para la construcción del modelo y un 25% para su calibración.

Cuadro 38. Variables en estudios

No. Variable	Tipo de Datos				
	Datos	Entrada	Destino	Ident	Ignorar
1 Número de cuenta	Ident			✓	
2 Barrio Nombre	Catagórica			✓	
3 Latitud	Numérica	✓			
4 Longitud	Numérica	✓			
5 Tipo de Conexión	Catagórica	✓			
6 Estado Actual de Conexión	Catagórica				✓
7 Macro Cuenca	Catagórica	✓			
8 Documentos Vencidos	Catagórica				✓
9 Mora en Córdoba	Numérica	✓			
10 Numero de Documentos Vencidos	Numérica	✓			

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

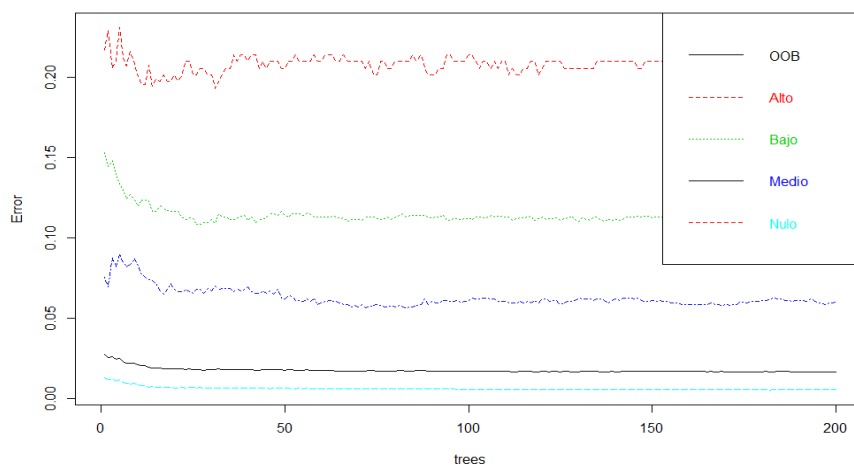
11 Tipo de Consumo	Catagórica				✓
12 Importe	Numérica	✓			
13 Consumo en Metros Cúbicos	Numérica	✓			
14 Incidencia	Catagórica				✓
15 Tarifa	Catagórica	✓			
16 Tipo de Anomalía	Catagórica	✓			
17 Estado del Medidor	Catagórica	✓			
18 Horas de Abastecimiento	Catagórica				✓
19 Numero de Docs. Vencidos (Categ.)	Catagórica	✓			
20 Importe (Categ.)	Catagórica	✓			
21 Consumo (Categ.)	Catagórica	✓			
22 Nivel de Riesgo	Catagórica		✓		

A través del cuadro 38, se puede observar que se omitió la participación de las variables detectadas anteriormente como poca representatividad en clasificación.

También se redujo el número de árboles a 200 (antes 500), esto debido a que se observó en el ensayo anterior que a partir de dicha cantidad los errores, por nivel de la variable destino, empiezan a estabilizarse.

La figura 41, muestra un comportamiento estable de los errores para los diferentes niveles de las variables destinos.

Figura 41. Tasas de error de boques aleatorios



La nueva matriz de confusión muestra una precisión global del 98.3%. Este porcentaje es un 0.2% mayor al encontrado en el ensayo anterior, con la inclusión de todas las variables y la generación de 500 árboles, sin embargo los porcentajes de precisión por nivel de la variable

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

destino se equilibran más, aumentando dicho valor para los niveles Alto y Bajo, los cuales representan los porcentajes de precisión más bajos entre los demás niveles.

Cuadro 39. Matriz de confusión

-	Alto	Bajo	Medio	Nulo	class.error
Alto	188	36	0	14	0.210084034
Bajo	7	2121	27	229	0.110318792
Medio	1	18	1232	60	0.060259344
Nulo	2	120	35	29024	0.005380213

Alto = 79%

Bajo = 89%

Medio = 94%

Nulo = 99.5%

De esta forma se concluye que con los registros obtenidos a través de la caracterización de cada cuenta usuario de la Sucursal de Altamira, la cual abarca la mayor parte de los barrios del distrito V y algunos barrios ubicados en sus límites espaciales, se puede predecir el nivel de riesgo que tendrán nuevos posibles clientes.

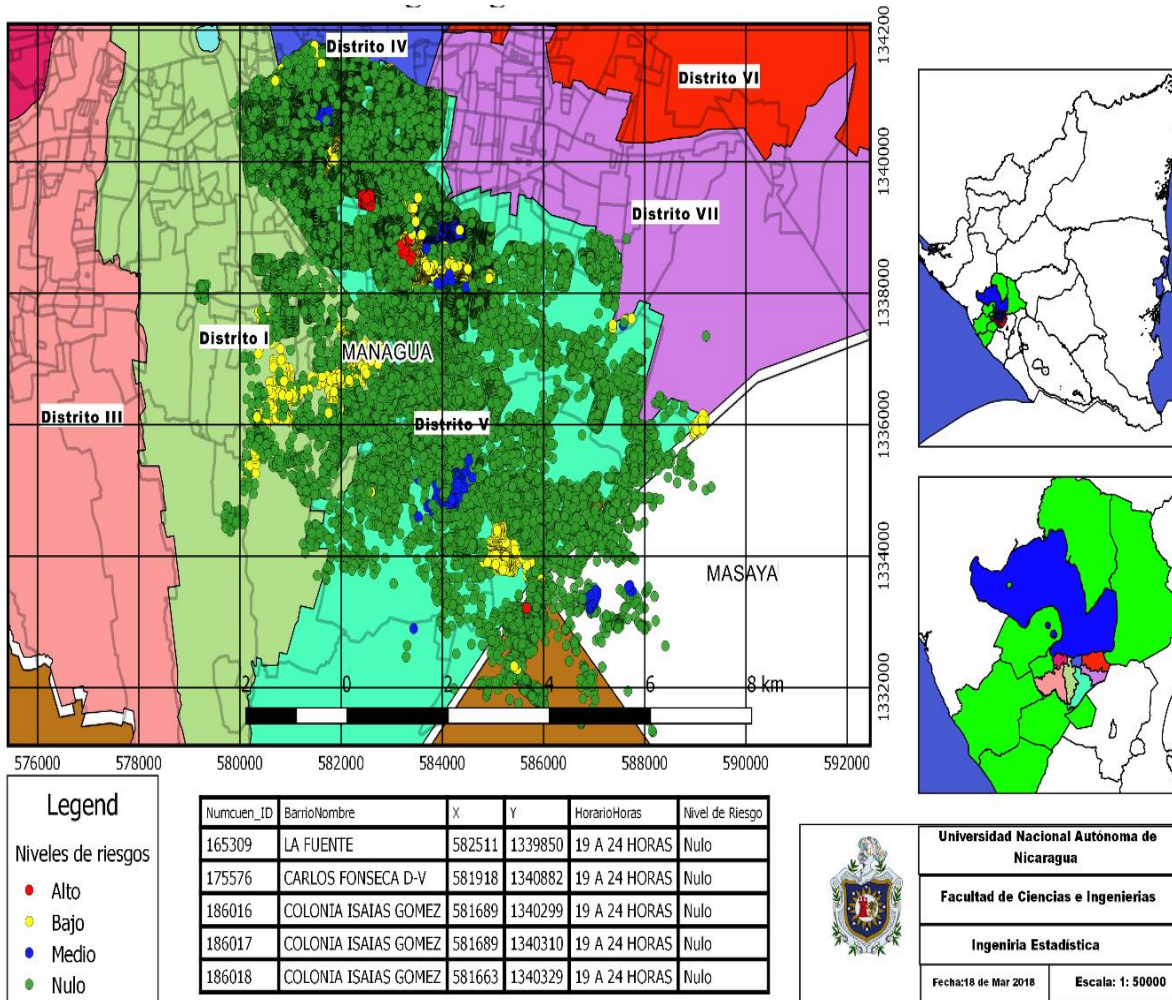
Entre las variables más determinantes para la pertenencia a un determinado nivel de riesgo se encuentran la latitud y longitud. Esto es, la ubicación geográfica de los usuarios contribuiría enormemente a determinar el nivel de riesgo al cual estarían expuestos.

Otras variables a considerar en importancia, en cuanto a su aporte en la clasificación de niveles de riesgo son: Macro Cuenca, Tarifa e Importe.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

A través de la figura 42, podemos observar la representación geográfica de los niveles de riesgos según cobertura del servicio de agua potable.

Figura 42. Niveles de riesgos según Cobertura



Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

X. Análisis y discusión de los resultados

La cobertura en cuanto a servicio cuenta/medidor de parte de ENACAL se encontró que altos porcentajes de estos poseen cuentas activas, con medidores los cuales en su mayoría se encuentran en óptimas condiciones, y una buena conexión.

Referente a los horarios de abastecimiento, se evidencio que el servicio de ENACAL también provee de una buena cobertura de agua potable a la mayoría de sus usuarios, previendo al 88.18% de sus usuarios de 19 a 24 horas diarias de agua potable; al 7.22% de 9 a 18 horas diarias de agua potable; al 3.92% de 4 a 8 horas diarias de agua potable y solo un 0.68% del total de sus usuarios registran una cobertura de 1 a 3 horas diarias de agua potable. Si bien es cierto, aunque el porcentaje de usuarios con alta escases de agua, cobertura entre 1 a 3 horas diarias, es considerablemente pequeño, este no debe de desatenderse o ignorarse pues dicho valor representa a 302 usuarios (hogares o familias) restringidos del vital líquido.

Las características económicas y/o de consumo de los usuarios de ENACAL relatan que la mayoría de los usuarios (72%) poseen un consumo medido y solo un 28% de estos presentan un tipo de consumo promedio; en cuanto al tipo de tarifa presentada por los usuarios, la domiciliar (45%) y residencial (27%) son las categorías más representativas en los usuarios de ENACAL ubicados en el distrito V; contando el resto de usuarios con tarifas de asentamiento y generador de subsidio.

El consumo, importe, número de documentos vencidos y mora entre los usuarios pertenecientes al distrito V del Municipio de Managua presentan una distribución con una cola larga hacia la derecha, la cual evidencia la presencia de valores extremos entre dichas variables.

En base al análisis multivariante del conjunto de variables estudiadas se logró formar 4 grupos de usuarios, los cuales son homogéneos entre sí y heterogéneos dentro de sí. Entre las principales características clasificatorias se encuentran: Mora, Macro cuenca, Estado Actual de la Conexión, Nombre del Barrio, Tarifa, Tipo de Consumo y Tipo de Conexión.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

El grupo 1 identifica a todos aquellos usuarios activos ubicados en la zona alta que tienen medidor y presentan un consumo medido con tarifa residencial y una mora mediana.

El grupo 2 corresponde al, igual que el grupo 1, a usuarios activos con medidor que tienen un consumo medido y una mora mediana; sin embargo, se diferencia de dicho grupo al presentar este una tarifa domiciliar y estar ubicado exclusivamente en la zona alta superior.

El grupo 3 es muy similar al grupo 2, con la diferencia que este último está ubicado en la zona alta superior y el grupo 3 en la zona alta.

El grupo 4 se corresponde con cuentas activas ubicadas en la zona alta con un monto mediano de mora en córdobas superior al de los grupos 1, 2 y 3. Al igual que los clústeres, su ubicación geográfica comprende más de un barrio. Su presencia es exclusiva en las cuentas con tarifa de asentamiento con conexión sin medidor y consumo promedio.

Aunque los resultados obtenidos a través de la generación de grupos de usuarios resulten útiles para el conocimiento de los segmentos de población formados por cuenta; la generación de clústeres por barrios también fue uno de los objetivos que persiguió el presente trabajo, esto con el fin de facilitar la visualización y comprensión de los grupos formados territorialmente.

En este sentido, el clúster 1, el cual representa al 77% de los barrios, es identificado como “*barrio en condiciones buenas en cuanto a servicio y abastecimiento*” ya que posee un horario de 19 a 24 horas, la mayor parte es consumo medido y además presentan los niveles de mora bajos, consumo que se complementa con sus necesidades.

En el clúster 2 el cual representa al 20% de los barrios, fue denominado como “*barrio en condiciones de medias a malas*” ya que presenta un horario de abastecimiento quebrado, es decir el horario de abastecimiento más bajo de los tres grupos, además presenta los valores de mora más alto, y las tarifas que predominan son asentamiento y domiciliar

En el clúster 3 el cual representa al 3% de los barrios, fue denominado como “*barrio en condiciones excelentes en cuanto a servicio y horario de abastecimiento*”. En este predominan las tarifas residenciales y generadoras de subsidio, además presentan el horario de abastecimiento más alto y los niveles de mora más bajos.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Finalmente resultado de interés la creación de un modelo predictivo multivariante, capaz de clasificar a nuevos usuarios según la medición de características determinadas.

Como resultado se generó un modelo de random forest, el cual fue capaz de predecir los horarios de abastecimiento descritos como niveles de riesgo. En este sentido, el horario de abastecimiento de 1 a 3 horas fue descrito como nivel de alto riesgo; el horario de 4 a 8 fue descrito como nivel medio de riesgo; el horario de 9 a 18 descrito como nivel bajo de riesgo y el horario de 19 a 24 descrito como nivel de riesgo nulo.

La precisión del modelo, por clase, fue:

Alto = 79%

Bajo = 89%

Medio = 94%

Nulo = 99.5%

Lo cual indicaría que se espera que el modelo categorizara a un usuario como usuario de alto riesgo cuando este realmente lo sea a una razón de 79/100.

De la misma forma, se esperaría que el modelo clasificara a un usuario como usuario con riesgo nulo, aproximadamente el 100% de las veces que dicho usuario realmente presentara esta característica.

En cuanto a las variables utilizadas para la construcción de random forest, las más determinantes para la asignación de pertenencia a un determinado nivel de riesgo se encuentran la latitud y longitud. Esto es, la ubicación geográfica de los usuarios contribuiría enormemente a determinar el nivel de riesgo al cual estarían expuestos.

Otras variables a considerar en importancia, en cuanto a su aporte en la clasificación de niveles de riesgo son: Macro Cuenca, Tarifa e Importe.

Conjuntamente, con los métodos antes descritos, se relaciona la información obtenida de estos con la georreferenciación de sus ubicaciones, a fin de crear un sistema de alerta que permita facilitar la comprensión de los resultados y análisis hasta ahora expuestos.

XI. Conclusiones

1. En la mayoría de los usuarios y barrios presentan características favorables en cuanto al servicio brindado por parte de ENACAL, lo cual se traduce que un alto porcentaje de usuarios tiene acceso al vital líquido cerca de las 24 horas al día, además que poseen poca presencia de anomalías en cuanto a consumo y servicio.
2. Se lograron identificar a 4 grupos de cuentas usuarios de acuerdo a sus características en: Mora, Macro cuenca, Estado Actual de la Conexión, Nombre del Barrio, Tarifa, Tipo de Consumo y Tipo de Conexión. Uno de los principales hallazgos encontrados mediante la segmentación de usuarios fue la identificación y caracterización de usuarios altamente morosos, los cuales presentan características muy diferentes al resto de usuarios, tales como conexión sin medidor, consumo promedio y una tarifa de asentamiento.
3. Para las agrupaciones por barrios fue muy importantes características tales como mora, tipo de servicio medido y promediado, consumo, importe y tipo de tarifa, dado que fueron las variables que ayudaron a la separación e identificación más clara de los grupos por barrios.
4. La implementación de un modelo de predicción ayudo a identificar las características que hacen vulnerables a los usuarios a una deficiencia en el servicio de abastecimiento de agua potable por parte de ENACAL. Entre tales características sobresalen la ubicación geográfica de los usuarios (latitud y longitud), macro cuenca, tarifa e importe. La implementación de dicho modelo estadístico ayudara a predecir con un alto nivel de precisión el nivel de deficiencia o riesgo (descrito como el número de horas al día de agua potable) en el servicio al que se encuentra expuesto un usuario de acuerdo a las características consideradas en el modelo.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

5. A través de la georreferenciación e información estadística obtenida a partir de los usuarios se logró crear un sistema de alerta que identifica la ubicación de los usuarios según el nivel de riesgo en el que se encuentran.

XII. Recomendaciones

A raíz de los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomiendan las siguientes acciones:

1. Implementar el uso de Softwares Estadísticos (SPSS, R, Power BI, Power Map, etc), con el fin de lograr la actualización continua del manejo de grandes cantidades de datos con la finalidad de convertirla en información que permita detectar factores de riesgo tanto en los usuarios como en la misma empresa.
2. Revisar las incongruencias encontradas, en las que se destacan la relación entre Barrio y Horario de Abastecimiento, dado que se encontró algunos Barrios con altos niveles de Riesgo de Horario de Abastecimiento, dentro o muy cerca de otros Barrios que No presentan nivel de riesgo, esto con la finalidad de repartir los recursos que hay en una misma zona geográfica.
3. Dar seguimiento a los usuarios con características tales como: tarifa de asentamiento, conexión de agua sin medidor y consumo promedio puesto que estos son los usuarios con elevados montos de mora.
4. En la parte financiera se recomienda a ENACAL que implemente un departamento interno el cual se dedique a la recuperación del dinero en MORA, además que actualice a todos aquellos usuarios con consumo promediado, dado que posiblemente estén consumiendo mayor volumen de agua y pagando menos, esto con la finalidad de obtener suficiente capital para la inversión de nuevos proyectos cumpliendo así con la normativa de PNDH.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

5. Gestionar de manera eficiente los recursos hidricos de manera tal que la ubicación geografica no presente una variante para los usuarios en cuanto a su horario de abastecimiento.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

XIII. Bibliografía

BID. (2015). BID - Empresa de agua y saneamiento extiende sus servicios y aumenta su eficiencia - Banco Interamericano de Desarrollo.

CEPIS/OPS. (2004). manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Retrieved from <http://www.elaguapotable.com/manual analisis basicos CA.pdf>

Chávez, K. (2016). Enacal construye pozo para mejorar abastecimiento de agua potable en “LaTrompera.” Retrieved from <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:39651-enacal-construye-pozo-para-mejorar-abastecimiento-de-agua-potable-en-la-trompera>

ENACAL. (n.d.). ENACAL - Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

Escuela de Organización Industrial (EOI). (1987). Abastecimiento y saneamiento urbanos. Redes de distribución, 21.

FAO. (2007). Los Recursos Hídricos de Nicaragua. Retrieved from http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf

INAA. (1999). Normas tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua, 56.

K. Contreras, J.contreras, M. Corti, J. De Sousa, M. Durán, M. E. (2008). El agua un recurso para preservar. *Univeridad de Los Andes Facultad de Medicina Escuela de Medicina*, 27.

MANAGUA PODRÍA ENFRENTAR CRISIS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE – 100% NOTICIAS. (2015).

OMS. (2012). Se cumple la meta sobre agua potable del Objetivo de Desarrollo del Milenio. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2012/drinking_water_20120306/es/

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

OPS. (2015). Organización Panamericana de la Salud, 2015. Obtenido de: http://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=datos-y-estadisticas&alias=716-boletin-informativo-el-agua&Itemid=235

INIDE. (2008). Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Obtenido de Instituto Nacional de Información de Desarrollo: <http://www.inide.gob.ni/>.

PRASMA. (2012). Informe Final Evaluación Ambiental, (2). Ricardo Barranco Frago. (2012). ¿Qué es Big Data? tesis.enacal.pdf. (n.d.).

Torres, F. (n.d.). DISTRITO CINCO, MANAGUA, NICARAGUA.

UNESCO. (2006). Crisis del agua. Retrieved from http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=32057&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html Versión en consulta nacional (marzo 04, 2013). (2013).

Victor gabriel panta ramirez. (2017). Agua en el mundo. <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>

PNDH, 2016. Plan Nacional de los Derechos Humanos. Obtenido del Plan Nacional de los Derechos Humanos. <http://www.pndh.gob.ni/Index.aspx>

Data Mining o Minería de Datos. Home page del Ministerio de Administración Pública. URL: <http://www.map.es/csi/silice/DW2253.html>. Madrid, España, 1999.

The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining” En Journal of Data Warehousing, Volumen 5, Número 4, EEUU, 2000.

CRIDP-DM. Home Page Spss Obtenido de URL: <http://www.spss.com/datamine/approach.html>. EEUU. 2001.

ACM Special Interest Group on Knowledge Discovery in Data and Data Mining. Obtenido de ACM. URL: <http://www.acm.org/sigkdd/learn.html>. EEUU. 2001.

Crisp-dm Project Overview. Obtenido de Crisp-dm.org. URL: <http://www.crispdm.org/home.html>.

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Anexos

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Anexo 1. Cronograma de Actividades

Cronograma de actividades															
Etapas	Mes	Septiembre 2017					Octubre 2017				Noviembre 2017				
	Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	
	Fecha	1 a 3	4 a 10	11 a 17	18 a 24	25 a 30	2 a 8	9 a 15	16 a 22	23 a 29	1 a 5	6 a 12	13 a 19	20 a 26	
Planteamiento del problema															
Selección del tema															
Formulación de los objetivos															
Justificación															
Antecedentes															
Marco teórico															
Diseño metodológico															

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cronograma de actividades														
Etapas	Mes	Diciembre 2017					Enero 2018				Febrero 2018			
	Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
	Fecha	1 a 3	4 a 10	11 a 17	18 a 24	25 a 31	1 a 7	8 a 14	15 a 21	22 a 28	1 a 4	5 a 11	12 a 18	19 a 25
Diseño metodológico														
Extracción de los datos de los servidores mediante cubos OLAP														
Selección de las variables a utilizar haciendo uso de Access														
Exportación de las variables seleccionadas a Excel y SPSS														
Exploración y depuración de los datos														
Creación y transformación de variables														
Resultados														

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Cronograma de actividades														
	Mes	Marzo 2018					Abril 2018				Mayo 2018			
	Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
Etapas	Fecha	1 a 5	6 a 12	13 a 19	20 a 26	27 a 31	1 a 9	10 a 16	17 a 23	24 a 30	1 a 7	8 a 14	15 a 21	22 a 31
Resultados														
Discusión de Resultados														
Conclusión														
Recomendaciones														

Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

Anexo 2. Haciendo uso de R se usaron las siguientes líneas de programación:

1. Limpieza de base de datos.

```

qq<-read.csv("C:/Users/HP G4/Desktop/77/CLEAN.csv",sep = ",",dec = ".")
qq$Ene16_cons[(qq$Ene16_cons>=0.01&qq$Ene16_cons<=4)]<-4
qq$Feb16_cons[(qq$Feb16_cons>=0.01&qq$Feb16_cons<=5)]<-5
qq$Mar16_cons[(qq$Mar16_cons>=0.01&qq$Mar16_cons<=5)]<-5
qq$Abr16_cons[(qq$Abr16_cons>=0.01&qq$Abr16_cons<=5)]<-5
qq$May16_cons[(qq$May16_cons>=0.01&qq$May16_cons<=4)]<-4
qq$Jun16_cons[(qq$Jun16_cons>=0.01&qq$Jun16_cons<=3)]<-3
qq$Jul16_cons[(qq$Jul16_cons>=0.01&qq$Jul16_cons<=3)]<-3
qq$Ago16_cons[(qq$Ago16_cons>=0.01&qq$Ago16_cons<=3)]<-3
qq$Sep16_cons[(qq$Sep16_cons>=0.01&qq$Sep16_cons<=4)]<-4
qq$Oct16_cons[(qq$Oct16_cons>=0.01&qq$Oct16_cons<=4)]<-4
qq$Nov16_cons[(qq$Nov16_cons>=0.01&qq$Nov16_cons<=3)]<-3
qq$Dic16_cons[(qq$Dic16_cons>=0.01&qq$Dic16_cons<=3)]<-3
qq$Ene17_cons[(qq$Ene17_cons>=0.01|qq$Ene17_cons<=3)]<-3
qq$Feb17_cons[(qq$Feb17_cons>=0.01&qq$Feb17_cons<=3)]<-3
qq$Mar17_cons[(qq$Mar17_cons>=0.01&qq$Mar17_cons<=3)]<-3
qq$Abr17_cons[(qq$Abr17_cons>=0.01&qq$Abr17_cons<=3)]<-3
qq$May17_cons[(qq$May17_cons>=0.01&qq$May17_cons<=3)]<-3
qq$Jun17_cons[(qq$Jun17_cons>=0.01&qq$Jun17_cons<=3)]<-3
qq$Jul17_cons[(qq$Jul17_cons>=0.01&qq$Jul17_cons<=2)]<-2
qq$Ago17_cons[(qq$Ago17_cons>=0.01&qq$Ago17_cons<=5)]<-5
qq$Sep17_cons[(qq$Sep17_cons>=0.01&qq$Sep17_cons<=5)]<-5
qq$Oct17_cons[(qq$Oct17_cons>=0.01&qq$Oct17_cons<=5)]<-5
qq$NOV17_cons[(qq$NOV17_cons>=0.01&qq$NOV17_cons<=4)]<-4
qq$DIC17_cons[(qq$DIC17_cons>=0.01&qq$DIC17_cons<=4)]<-4
write.csv(qq,file = "BD_monog.csv")

```

2. Variables controladas.

```

qq<-read.csv("C:/Users/HP G4/Desktop/3.3.18/FINAL3.3.18.csv",sep = ",",dec = ".")
qq$MoraCORDOBA[(qq$MoraCORDOBA>=10100)]<-13000
qq$BDDFINPRELI_Importe[(qq$BDDFINPRELI_Importe>=1300)]<-5700
qq$BDDFINPRELI_DocConsumoMETROSCUBICOS[(qq$BDDFINPRELI_DocConsumoMETROSCUBICOS>68)]<-140

```


Análisis de la cobertura del servicio y consumo de agua potable de los usuarios de la empresa de acueductos y alcantarillados, (ENACAL), en los barrios del Distrito V de Managua en el periodo comprendido de septiembre a noviembre del 2017.

qq\$Ene16_cons[(qq\$Ene16_cons>73)]<-158
qq\$Feb16_cons[(qq\$Feb16_cons>79)]<-156
qq\$Mar16_cons[(qq\$Mar16_cons>86)]<-156
qq\$Abr16_cons[(qq\$Abr16_cons>86)]<-159
qq\$May16_cons[(qq\$May16_cons>80)]<-147
qq\$Jun16_cons[(qq\$Jun16_cons>77)]<-147
qq\$Jul16_cons[(qq\$Jul16_cons>70)]<-155
qq\$Ago16_cons[(qq\$Ago16_cons>67)]<-137
qq\$Sep16_cons[(qq\$Sep16_cons>75)]<-136
qq\$Oct16_cons[(qq\$Oct16_cons>72)]<-136
qq\$Nov16_cons[(qq\$Nov16_cons>73)]<-137
qq\$Dic16_cons[(qq\$Dic16_cons>72)]<-129
qq\$Ene17_cons[(qq\$Ene17_cons>73)]<-167
qq\$Feb17_cons[(qq\$Feb17_cons>81)]<-144
qq\$Mar17_cons[(qq\$Mar17_cons>84)]<-147
qq\$Abr17_cons[(qq\$Abr17_cons>79)]<-134
qq\$May17_cons[(qq\$May17_cons>84)]<-141
qq\$Jun17_cons[(qq\$Jun17_cons>72)]<-136
qq\$Jul17_cons[(qq\$Jul17_cons>68)]<-139
qq\$Ago17_cons[(qq\$Ago17_cons>73)]<-141
qq\$Sep17_cons[(qq\$Sep17_cons>72)]<-140
qq\$Oct17_cons[(qq\$Oct17_cons>74)]<-141
qq\$NOV17_cons[(qq\$NOV17_cons>70)]<-138
qq\$DIC17_cons[(qq\$DIC17_cons>70)]<-134
qq\$TomaPromedioANUAL[(qq\$TomaPromedioANUAL>71)]<-135
q1=qq[,c(2,3,4,29)]
scatterplot.matrix
write.csv(qq,file = "scatter.csv")