

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:** Implementación de metodología de zonas y consumos para el cálculo de demandas en el área de concesión de “EEASA” considerando la inclusión de las cocinas de inducción, con la ayuda de la herramienta informática ARCGIS

**Fecha de inicio:** 2 de Marzo del 2016

**Fecha de finalización:** 15 de julio del 2016

**Lugar de ejecución:** Empresa eléctrica Ambato S.A

**Unidad Académica que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Eléctrica

**Proyecto de investigación vinculado:**

**Equipo de Trabajo:**

### **CURRÍCULUM VITAE TUTOR**

#### **DATOS PERSONALES**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** Vicente Javier Quispe Toapanta

**FECHA DE NACIMIENTO:** 1983-12-09

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0502918014

**ESTADO CIVIL:** Soltero

**NUMEROS TELÉFONICOS:** 0984-700557 / 032729394

**E-MAIL:** viche\_chente09@yahoo.com, vicente.quispe@utc.edu.ec

#### **ESTUDIOS REALIZADOS**

**NIVEL PRIMARIO:** Escuela “Federico Gonzales Suarez”

**NIVEL SECUNDARIO:** ITS “Ramón Barba Naranjo”

**NIVEL SUPERIOR:** Escuela Politécnica Nacional; Universidad Técnica de Cotopaxi

**TÍTULOS**

**PREGRADO:** Ingeniero Eléctrico (2 009)

**POSGRADO:** Maestría en Gestión de Energías (Egresado)

**CURRÍCULUM VITAE**

**DATOS PERSONALES**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** John Xavier Estrella Estrella

**FECHA DE NACIMIENTO:** 27 de febrero91

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0503635435

**NUMEROS TELÉFONICOS:** 0999751130/ 032725828

**E-MAIL:** johnxavierestrella1@gmail.com

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**NIVEL PRIMARIO:** Escuela “Dr. Pablo Herrera”

**NIVEL SECUNDARIO:** “Colegio provincia de Cotopaxi”

**CURRÍCULUM VITAE**

**DATOS PERSONALES**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** Roció Gabriela Yanza Pacheco

**FECHA DE NACIMIENTO:** 23 de diciembre 1988

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 1804513776

**NUMEROS TELÉFONICOS:** 0969283944

**E-MAIL:** gabriela45e@outlook.com

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**NIVEL PRIMARIO:** Escuela “José Peralta”

**NIVEL SECUNDARIO:** Colegio “Técnico Atahualpa”

**Área de Conocimiento:** Ingeniería y Tecnología Eléctrica

**Línea de investigación:** Explotación y Diseño De Sistemas Eléctricos

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Explotación y diseño de sistemas eléctricos

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El MEER como parte de sus políticas de homologación de criterios técnicos a fin de que las empresas de distribución del Ecuador, adopten una metodología única en lo referente al cálculo de las demandas de diseño de transformadores, con el fin de afrontar el Programa de Cocción Eficiente, ha solicitado obtener un criterio homologado para el cálculo de la demanda en el dimensionamiento de transformadores de distribución, debido a la política de cambio de la matriz energética, la cual conlleva a la incorporación masiva de equipos eléctricos para uso general; cocción y calentamiento de agua, la demanda máxima diversificada (DMD) sufre un incremento por la instalación de dichas cargas, ocasionando que los estratos de consumo sean difíciles de determinar.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La empresa eléctrica Ambato regional Centro Norte se encuentra en la Obligación de realizar una Guía sobre el cálculo de la demanda de diseño para el correcto dimensionamiento de los transformadores de distribución, una vez que se ha acogido al Programa de Cocción Eficiente junto con el cambio de la matriz energética, con lo cual se incorporara equipos eléctricos para el calentamiento de agua y cocción de alimentos.

Debido a esto la demanda máxima presenta un incremento significativo por la inclusión de estos equipos, lo que implica que los parámetros utilizados para el cálculo de la demanda de diseño, sufran alteraciones ya que estos no consideran el incremento en potencia ni en energía debido a la incorporación de las cocinas de inducción.

Además que también se tiene que tener en cuenta que cuando se habla de consumos de energía se tiene que muchos usuarios que tienen tipos de consumo de energía similares, es decir son de un estrato socio económico que marca el cuanto puede consumir por tipo de equipamiento, así como también por capacidad de pago en sus facturas de consumo, considerando que cada uno de los clientes de la empresa eléctrica Ambato, tiene un historial de consumo propio para sí, pero con un comportamiento ya definido de acuerdo a la zona donde está ubicado dicho cliente.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

El presente estudio beneficiará directamente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A, al Departamento de Planificación, y de manera indirecta a las personas del sector eléctrico que deseen realizar un dimensionamiento correcto al momento de calcular la potencia del equipo de transformación que será utilizado para dotar de suministro eléctrico a los señores usuarios que estarán conectados al circuito secundario de este equipo de transformación.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

La construcción de nuevos proyectos de generación eléctrica en el Ecuador, ha ocasionado un cambio de la matriz energética, teniendo un nivel de producción de energía superior a la demanda actual, por lo que el gobierno, por medio del ministerio de electricidad y energías renovables propone el uso de energía renovable para el calentamiento de agua y cocción de alimentos, como una alternativa al uso del gas licuado de petróleo en el sector residencial del País, por medio de la implementación del plan de cocción eficiente.

##### **5.1 Planteamiento del problema de Investigación.**

La política de cambio de la matriz energética conlleva la incorporación masiva de equipos eléctricos de cocción, ante esto, la demanda de potencia eléctrica tienen un incremento por la instalación de dichos equipos eléctricos.

Por esto las empresas de distribución de energía eléctrica impulsan políticas de homologación de criterios en el cálculo de la demanda proyectada en un transformador, consientes que inciden parámetros técnicos y estadísticos, ligados al consumo de energía por tipo de cliente, lo que implica su categorización, y por ende a los hábitos de consumo energético de su población.

Considerando que cada parte de la población tienen una tendencia de consumo similar lo que facilita, la estratificación de los mismos basados en sus consumos de energía, ya que estos tienen una tendencia de consumo similar de acuerdo a la zona geográfica en la cual se encuentren asentados, por lo tanto se puede considerar un consumo similar a cada cliente que este dentro del conjunto de clientes de esta zona.

## 6. OBJETIVOS:

### 6.1 Objetivo General

Determinación de la demanda de energía basada en un análisis del comportamiento de los clientes residenciales utilizando la estadística de frecuencias de consumos, implementando la herramienta Arcgis para la graficar las zonas de acuerdo a la categorización de los usuarios.

### 6.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento de los clientes por medio de una estadística de frecuencias de consumos.
- Estratificar dentro de categorías a los usuarios, basados en los consumos de los mismos.
- Graficar en el Arcgis zonas de Influencias de acuerdo a cada una de las categorías de usuarios.

TABLA 1 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS

| <b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b>                       |   |   |   |
|--|---|---|---|
| OBJETIVOS  | ACTIVIDAD   | RESULTADO DE LA ACTIVIDAD   | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD   |
| 1.-Analizar el comportamiento de los clientes por medio de una estadística de frecuencias de consumos. | Obtención de los consumos correspondientes al último año de consumo Para esto se va a utilizar la estadística del sistema comercial de EEASA, llamado SISCOM, y se ha descarga la base de todos los consumidores que tiene la EEASA dentro de su área de concesión. | Obtuvo la información de clientes con sus respectivos consumos mensuales del último año, con el correspondiente tipo de cliente, y la ruta de lectura al que se encuentra asociado. | Se realiza el Cálculo del Promedio de consumo de los últimos 12 meses, no se consideran los consumos de CERO. |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p>2.-Estratificar dentro de categorías a los usuarios, basados en los consumos de los mismos.</p>        | <p>Intervenir en el consumo y el número de clientes que tienen ese consumo de la estadística de distribución de frecuencias de EEASA, esto con el fin de que se represente de mejor manera el comportamiento de los clientes de EEASA en estratos con valores máximos y mínimos en sus consumos.</p> | <p>Calculo de la media aritmética, desviación estándar, porcentaje de la desviación estándar respecto a la media y el máximo valor permisible para cada estrato de acuerdo a su porcentaje de desviación. para todos los clientes pertenecientes a cada estrato para realizar una nueva estructuración de la nueva tabla con los valores de consumos mensuales eliminados los valores menores al mínimo además de eliminar registros cuyo promedio excede el máximo permitido por estrato de consumo</p> | <p>Se considerara los límites máximos y mínimos de cada una de las categorías para poder definir a que categoría pertenecen.</p> |
| <p>3.-Graficar en el Arcgis zonas de Influencias de acuerdo a cada una de las categorías de usuarios.</p> | <p>Generar archivo .xls con los datos obtenidos del SISCOM (Sistema Comercial) como son los datos de suministro o código único, ubicación geográfica (x,y), tipo de cliente, ruta de lectura y promedio por ruta de lectura o Estrato de consumo de la ruta de lectura.</p>                          | <p>Adicionar el archivo .xls a la Database de este archivo al sistema Arcgis<br/>Codificar por colores para cada estrato de consumo.<br/>Zonificar a través de polígonos el área geográfica.</p>   | <p>Visualizar, los polígonos de cada uno de los estratos dentro del Área de concesión de la EEASA.</p>                           |

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

**Gilberto Enríquez Harper** manifiesta: “Los sistemas de distribución son aquellos que llevan la potencia eléctrica hasta el consumidor haciendo la transferencia desde los sistemas de transmisión y Subtransmisión.”

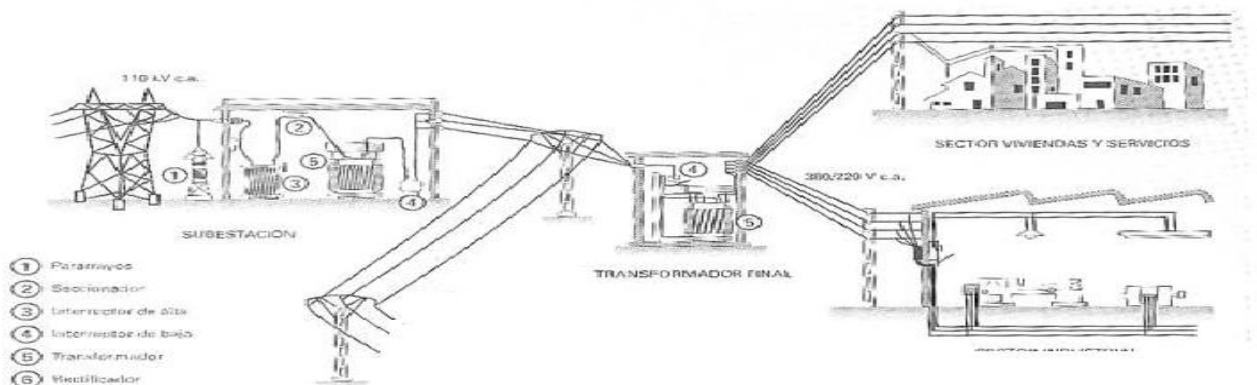
#### 8.1.1 Definición de redes eléctricas de distribución

La red de distribución de la energía eléctrica como principal componente del sistema eléctrico de potencia, desempeña la función de conectar la energía eléctrica a los usuarios, que son responsabilidad de las compañías distribuidoras de electricidad.

La distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal manera que el cliente reciba un servicio continuo y sin interrupciones, con un valor de tensión adecuado para la operación eficiente de sus equipos eléctricos.

La distribución debe llevarse a cabo con redes bien diseñadas que soporten el crecimiento propio de la carga y que además sus componentes sean de la mejor calidad para que resistan el efecto de campo eléctrico y los efectos de la intemperie a las que se verán sometidas durante su vida útil.

GRAFICO 1 UBICACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: <https://oposinet.cvexpres.com/temario-tecnologia/temario-1-tecnologia/tema-2b-transporte-y-distribucion-de-la-energia/>

Elaborado por: postulantes

### **8.1.2 Clasificación y característica de los sistemas de distribución**

En general desde el punto de vista de construcción se tiene dos tipos de instalaciones:

- Aéreas
- Subterráneas

Las instalaciones aéreas tiene costos iniciales bajos en comparación con las subterráneas, por periodos de tiempo acumulados anualmente pueden provocar un gran número de fallas en el servicio esto se debe a que están expuestos a contingencias físicas como son: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, vientos, polvo, temblores, gases contaminantes, lluvia salina y otras como contacto con cuerpos extraños como ramas de árboles, vandalismo y choque de vehículos.

Por el contrario una red subterránea bien diseñada puede resultar mucho más confiable debido a que la mayoría de las contingencias mencionadas anteriormente no son características de este tipo de redes, lo que las hace más resistentes y estéticas particularmente en las zonas urbanas, no obstante tienen relativa desventaja de su alto costo ya que en distribución pueden ser hasta 10 veces más costosas que una red área equivalente.

### **8.1.3 Redes de distribución para cargas residenciales.**

Están compuestas básicamente por edificios de apartamentos, multifamiliares, condominios, urbanizaciones. Estas cargas se caracterizan por ser eminentemente resistivas (alumbrado y calefacción) y aparatos electrodomésticos de pequeñas características reactivas. De acuerdo al nivel de vida y hábitos de los consumidores residenciales teniendo en cuenta que en los centros urbanos las personas se agrupan en sectores bien definidos, de acuerdo a las clases socioeconómicas, los abonados residenciales se clasifican así:

- Zona clase alta: conformado por usuarios que tienen un alto consumo de energía eléctrica.
- Zona clase media: conformado por usuarios que tienen un consumo moderado de energía eléctrica.
- Zona clase baja: conformado por usuarios de barrios populares que tienen un consumo bajo de energía eléctrica.
- Zona tugurial: conformado por usuarios de los asentamientos espontáneos sin ninguna



planeación urbana y que presentan un consumo muy bajo de energía.

#### **8.1.4 Redes de distribución para cargas comerciales.**

Caracterizadas por ser resistivas y se localizan en áreas céntricas de las ciudades donde se realizan actividades comerciales. Además el componente inductivo baja el factor de potencia, hoy en día predominan cargas muy sensibles que introducen armónicos.

#### **8.1.5 Redes de distribución para cargas industriales.**

Tienen un componente importante de energía reactiva debido a la gran cantidad de motores instalados, con frecuencia es necesario corregir el factor de potencia. Además de las redes independientes para fuerza motriz, es indispensable distinguir otras para calefacción y alumbrado. A estas cargas se les controla el consumo de reactivos y se les realiza gestión de carga pues tienen doble tarifa (alta y baja) para evitar que su pico máximo coincida con el de la carga residencial.

#### **8.1.6 Elementos de las redes eléctricas de distribución**

El sistema eléctrico de distribución es de tipo radial y está formado de clientes residenciales, comerciales e industriales que se encuentran distribuidos en la zona sur de la ciudad de Latacunga, siendo beneficiarios 4397 usuarios que se encuentran conectados al Alimentador Sur.

Los principales elementos que se encuentran en el sistema de distribución son:

#### **8.1.7 Subestación de Distribución**

Está conformada por transformadores, interruptores, seccionadores, relés, cuya principal función es reducir los niveles de alto voltaje de las líneas de Transmisión o Subtransmisión, hasta niveles de medio voltaje para sus múltiples salida en base a la topología de la red.

#### **8.1.8 Red primaria de distribución**

Su principal función es transportar la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación hacia los transformadores de distribución, estas instalaciones son de tipo radial. El nivel de voltaje en red trifásica es 13.8 KV y 7.9 KV en red monofásica.

### **8.1.9 Red secundaria de distribución.**

Es la encargada de distribuir la energía desde los transformadores de distribución hacia las acometidas de los usuarios, su característica es en circuito radial. Estos circuitos tienen niveles de voltaje de 208/120V, 220/127V, 210/121V en circuitos trifásicos, en circuitos monofásicos a 2 hilos 120V y en circuitos monofásicos a 3 hilos 240/120V, sirven para unir los centros de transformación de distribución con los consumidores o usuarios finales.

### **8.1.10 Transformadores de distribución.**

Un transformador de distribución es un dispositivo estático, que permite transferir la energía eléctrica de un circuito a otro circuito sin cambiar su frecuencia, lo cual lo hace bajo el principio de inducción electromagnética y posee circuitos eléctricos aislados entre sí que son enlazados por un circuito magnético común.

### **8.1.11 Acometidas.**

PANSINI, Anthony J (Tomo 2), manifiesta: “El circuito entre la línea de la compañía y la instalación eléctrica del abonado se denomina acometida. La acometida del abonado o conexión es el conjunto de conductores que se derivan de la red secundaria y se conecta a la instalación del usuario. Estos conductores se conocen también como bajada de acometida y es el último eslabón del trayecto que recorrer la energía eléctrica para llegar al usuario”.

### **8.1.12 Características de la carga**

La carga es una cantidad de potencia recibida o potencia dada esto sobre un intervalo de tiempo. Esto bien se puede aplicar en un sistema, a un consumidor individual o grupo de consumidores que se beneficien de la carga instalada.

En la planeación de los sistemas de distribución una de las características importantes que establece el criterio de diseño, es lo que se conoce como la característica de la carga que varía según el tipo de usuario ya que hay criterios distintos según sea de tipo industrial, residencial o rural, dependiendo de manera directa a los equipos a los que se va a servir de energía eléctrica, para su funcionamiento.

### 8.1.13 Demanda

Es la sumatoria que existe entre la carga y pérdidas de potencia que se presentan en un determinado instante en el que un conjunto de usuarios o un sistema consumen potencia.

### 8.1.14 Demanda pico

Es la mayor cantidad de demanda existente en un determinado periodo de tiempo, en esta incluye potencia y pérdidas. La toma de mediciones de voltaje y corriente en demanda pico se realizó desde las 18h30 hasta 20h30 en base a la corriente máxima que se produce en este horario en la cabecera del alimentador.

### 8.1.15 Demanda promedio mensual de energía Kwh

(CONELEC, 21 DE MAYO DE 2013) Establece: “La demanda de energía mensual promedio por cocina, se obtiene del equivalente energético en kWh del producto entre el consumo mensual promedio de GLP por hogar y la relación entre las eficiencias de la cocción con GLP y con electricidad.”

Para obtener el consumo mensual promedio de GLP por hogar en kWh, se considera un poder calórico del GLP de 45,67 GJ/kg y un factor de conversión de unidades energéticas de 3,6 GJ/MWh, resultando que 1 Cil15kg equivale a 190,29 kWh. Por lo tanto, el consumo mensual promedio por hogar en kWh es:

$$1, 12 \text{ Cil15kg} \times 190, 29 \text{ kWh/Cil15kg} = 212, 61 \text{ kWh}$$

La eficiencia en la cocción de alimentos varía según el tipo de equipo, la fuente de energía, forma y condiciones de uso. La eficiencia de una cocina a GLP es aproximadamente  $n_{\text{GLP}} = 39,87\%$  (para una potencia de entrada equivalente a 475 W; la eficiencia de una cocina de inducción de uso doméstico tipo D es de  $n_{\text{Elec}} 84\%$ . La relación entre las eficiencias de las cocinas a GLP y a electricidad es:  $n_{\text{GLP}} / n_{\text{Elec}} = 0,47$ .

La demanda de energía mensual promedio por cocina resulta del producto del consumo mensual promedio por hogar en kWh por la relación  $n_{\text{GLP}} / n_{\text{Elec}}$  :

$$212,61 \text{ kWh} \times 0,47 = 100,91 \text{ kWh}$$

Por otro lado, en el Informe del Consumo Eléctrico de Cocinas de Inducción elaborado por el MEER en el 2010, concluyó que el consumo promedio de las cocinas eléctricas fluctúa entre 90 y 100 kWh/mes.

Sobre lo expuesto, para determinar la demanda nacional de energía debido a la incorporación de cocinas eléctricas, el presente estudio asume una energía mensual promedio por cocina de 100 kWh”.

#### **8.1.16 Proyección de la demanda**

Es el incremento de potencia que existe en un lapso de tiempo en el que se efectúa el estudio, donde se debe tener en cuenta datos históricos de crecimiento de la demanda partiendo de las proyecciones establecidas por tipos de usuarios.

Según el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022, establece: “El porcentaje de crecimiento de la demanda se categoriza en base al tipo de usuario entre residenciales, comerciales e industriales es de 4.8%, 5.7% y 5.1% respectivamente, se emplean las siguientes ecuaciones para el cálculo de la proyección de la demanda a desarrollarse”.

$$\text{Ecuación 1} \quad \text{D. U. R} = \text{Kwh} \times 4.8 \% \text{ (PME 2013 – 2022)}$$

#### **Dónde:**

**DUR** = Demanda Usuarios Residenciales

**Kwh** = Consumo de Energía Usuarios

**4.8 %** = Tasa De Crecimiento (Varía De Acuerdo Al Tipo De Usuario) (PME 2013-2022).

#### **8.1.17 Proyección de demanda con el ingreso de las cocinas de inducción**

“Durante los años 2009, 2010 y 2011 el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversión para la implementación, para determinar la demanda nacional de energía debido a la incorporación de cocinas eléctricas, el presente estudio asume una demanda de energía mensual promedio por cocina de 100 kWh”.

$$\text{Ecuación 2} \quad \text{D. R. C. I} = \text{\#USUARIOS} \times 100\text{Kwh (PME)}$$

Dónde:

**DRCI** = Demanda Residenciales con Cocinas de Inducción

**# USUARIOS** = Número de usuarios

**100 Kwh** = Consumo de Energía por Cocinas (PME2013-2022).

Para obtener el incremento de demanda de energía total, se utiliza la demanda proyectada por usuarios residenciales más el incremento de energía por la inclusión de las cocinas de inducción que están presentes, de acuerdo a lo establecido.

$$\text{Ecuación 3} \qquad \qquad \qquad \mathbf{D. T. R = P. D. U. R + D. R. C. I}$$

Dónde:

**DTR** = Demanda Total Residenciales

**P.D.U.R** = Demanda de Usuarios Residenciales

**D.R.C.I** = Demanda Residenciales con Cocinas de Inducción

## 8.2 TRANSFORMADORES

### 8.2.1 Generalidades de los transformadores

(Jesus, 2003) Menciona: “Los transformadores son una máquina eléctrica estática, destinada a funcionar con corriente alterna, constituida por dos arrollamientos primario y secundario, que permite transformar la energía eléctrica con una magnitud de V-I determinadas a otras con valores en general diferentes. La importancia de los transformadores se debe a que gracias a ellos ha sido posible el enorme desarrollo en la utilización de la energía eléctrica.

### 8.2.2 Transformadores de distribución

(Pérez, 2001) Menciona: “Los transformadores de distribución, reducen la tensión de Subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo. Tienen capacidad desde 5 hasta 500 kV (monofásicos y/o trifásicos).

Para que a los sistemas de distribución de energía eléctrica llegue la energía producida hacia los usuarios quienes son los consumidores finales se requiere de un transformador de distribución. Mediante los procesos de generación, donde la energía es producida en forma masiva esta se transmite desde la central de generación hasta la subestación. De las cuales se derivan los alimentadores

primarios hacia las áreas de consumo, en donde son alimentados los transformadores de distribución, los que tienen como función principal transmitir la energía hacia los usuarios, a niveles de tensión convenientes”.

La mayoría de los transformadores de distribución se componen de:

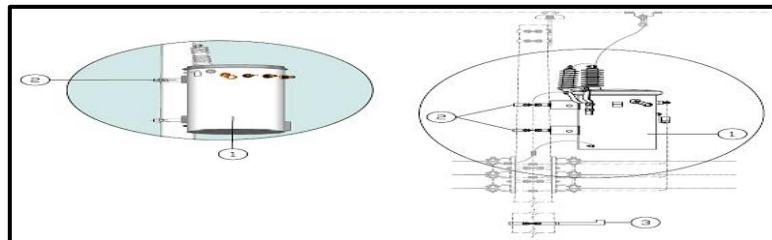
- 1) Un núcleo magnético cerrado sobre el que se devanan dos o más bobinas de cobre independientes.
- 2) Un tanque lleno de aceite refrigerante y aislante en el que se sumerge la bobina con su núcleo.
- 3) La pasa tapas, a través de los cuales se introducen o sacan los conductores.

### 8.2.3 Los transformadores Auto Protegidos de distribución.

(Pansini, 1974 págs. 1-64) Menciona: “El transformador se incorpora dentro del tanque y junto con la unidad transformadora se coloca un enlace débil o elemento protector (Fusible) del primario y dos disyuntores para la protección del secundario. Mediante un dispositivo térmico sencillo, los disyuntores se abren cuando la intensidad de la corriente excede de un valor seguro determinado con anterioridad. ”

En este transformador el pararrayo es instalado en la parte exterior del tanque, es evidente que este tipo de transformador permite hacer una instalación más simple, económica y prolija. Además, es particularmente ventajoso en los sistemas de distribución primaria con una tensión más elevada (13.8 Kv) donde las conexiones y desconexiones se realizan mediante varillas de seguridad.

GRAFICO 2 TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS



Fuente: ministerio de electricidad y energía renovable

Elaborado por: postulantes

### 8.2.4 Los transformadores Convencionales de distribución.

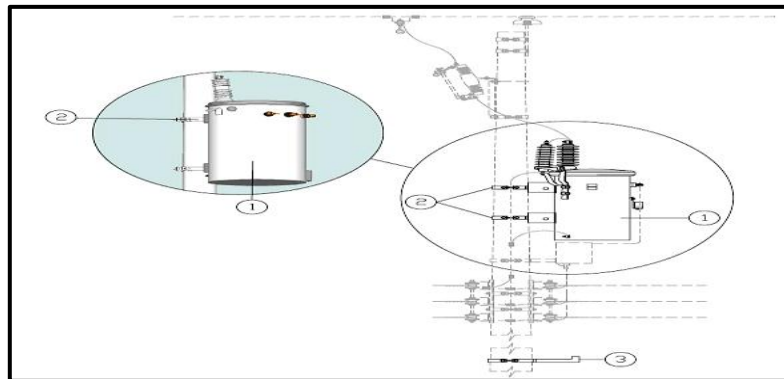
(Pansini, 1974 págs. 1-64) Menciona: “El transformador de distribución convencional está contenido en una caja con los dispositivos de protección, por lo común un cortocircuito fusible en el primario y un pararrayos se montan por separado en el poste o la cruceta.”

Estos transformadores como es común, son usados para cargas de servicios residenciales y en ocasiones para cargas livianas tanto comerciales como industriales. Este tipo de transformador no contiene ningún accesorio de protección, por lo tanto los pararrayos y protecciones contra sobrevoltajes y sobre-carga son instalados externamente.

En el Alimentador Latacunga Sur están instalados 187 transformadores de distribución, dando servicio de energía eléctrica a clientes residenciales, comerciales e industriales a todo el trayecto de la red trifásica y monofásica.

El gráfico 3 presenta las partes que conforman un transformador convencional.

GRAFICO 3 TRANSFORMADORES CONVENCIONALES



Fuente: ministerio de electricidad y energía renovable

Elaborado por: postulantes

### 8.2.5 Capacidad de Carga de los Transformadores.

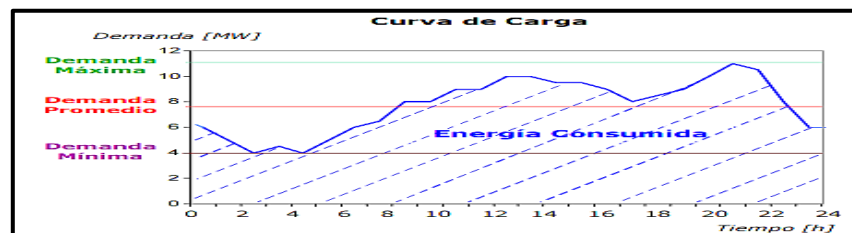
La disponibilidad de carga de un transformador se puede definir como la carga pico que un transformador puede suministrar para un ciclo de carga específico, sin exceder los límites de calentamiento de los devanados.

### 8.3 CURVA DE CARGA

Es la representación gráfica de cómo varía la demanda en un periodo de tiempo determinado, esta curva nos permite obtener la energía consumida, que no es más que el área bajo la curva existente, además la forma de curva de carga depende básicamente del tipo de carga si es residencial, comercial e industrial.

El Gráfico 4 presenta una curva de carga típica. El área que está por debajo de la curva formada, es la energía demandada.

GRAFICO 4 CURVA DE CARGA



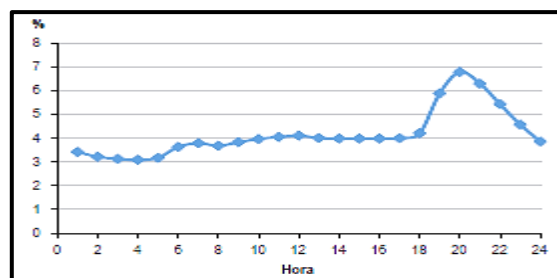
Fuente: <http://catedras.facet.unt.edu.ar/>

Elaborado por: postulantes

#### 8.3.1 Curva de Carga Tipo Residencial.

“La curva de carga del tipo residencial tiene la particularidad que su demanda máxima se presenta alrededor de las 19h00 a 22h00 aproximadamente, ya que como su nombre propio lo dice, los usuarios consumen mucho más cuando llegan a sus respectivas residencias en horas de la noche”. El Gráfico 5 muestra el perfil típico de este tipo de consumo.

GRAFICO 5 CURVA DE CARGA RESIDENCIAL



Fuente: plan maestro de electrificación 2013-2022

Elaborado por: postulantes

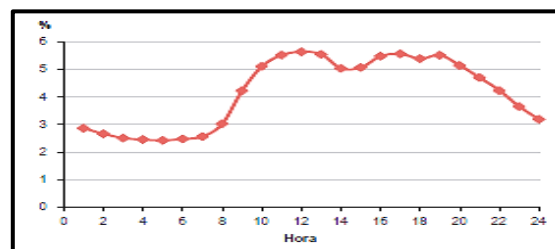


### 8.3.2 Curva De Carga Tipo Comercial.

“La curva de carga del tipo comercial tiene la particularidad que su demanda máxima se presenta alrededor de las 13h30 a 16h00 aproximadamente, horario en que se registra mayor consumo para cargas comerciales, que corresponde al comportamiento de negocios y empresas”.

El gráfico 6 muestra la curva característica del consumo comercial.

GRAFICO 6 CURVA DE CARGA COMERCIAL



Fuente: plan maestro de electrificación 2013-2022

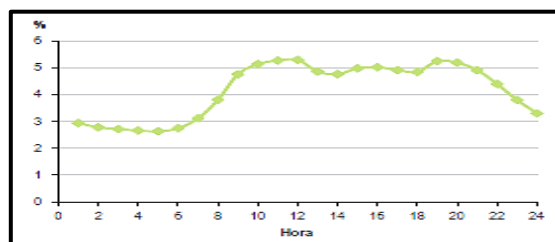
Elaborado por: postulantes

### 8.3.4 Curva De Carga Tipo Industrial.

“La curva de carga del tipo industrial tiene la particularidad de que su demanda máxima se presenta alrededor de las 10h00 a 20h00 aproximadamente, horario en que se registra mayor consumo para cargas industriales.

El gráfico 8 presente la curva de carga típica de tipo industrial.

GRAFICO 7 CURVA DE CARGA INDUSTRIAL



Fuente: plan maestro de electrificación 2013-2022

Elaborado por: postulantes

## 8.4 PARÁMETROS DE LA CARGA

La carga eléctrica es un aparato o conjunto de aparatos conectados a un sistema eléctrico y que demanda una potencia eléctrica, el valor de la potencia demandada es el valor de la carga.

### 8.4.1 Demanda Máxima.

“Es la cantidad de potencia que los consumidores utilizan en cualquier momento. Para caracterizar la carga se hace referencia a la Demanda Máxima, que es la mayor de todas las potencias demandadas que han ocurrido durante un periodo específico de tiempo.

En un sistema eléctrico se pueden tener variaciones súbitas de la demanda como la de arranque de un motor o puesta en servicio de un transformador pero se debe establecer un periodo mínimo de tiempo que se debe mantener este valor de potencia para que se considere como el máximo, normalmente los aparatos están calibrados para considerar como Demanda Máxima aquella que se mantiene durante un periodo de 15 minutos”.

### 8.4.2 Capacidad Instalada.

(Castaño, 2004) Menciona: “Corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados. Es llamada también capacidad nominal del sistema, Pág. 1.9

### 8.4.3 Factor de carga.

El factor de carga nos permite reconocer cual es el comportamiento de la carga en el transcurso de tiempo, es decir cómo está siendo usada la energía en los horarios fuera del pico de carga con respecto al mismo y que tan eficiente es el sistema eléctrico. Por tanto es la relación entre la demanda promedio de un período establecido con respecto a la demanda máxima del mismo período. Mide de alguna manera, el grado de utilización de la instalación.

$$\text{Ecuación 4 FACTOR DE CARGA} = \frac{\text{DEMANDA PROMEDIO}}{\text{DEMANDA MÁXIMA}}$$

#### 8.4.4 Factor De Demanda.

El factor de demanda en un intervalo de tiempo (t) de una carga es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada. Por lo general es menor que 1, siendo 1 solo cuando se encuentre dentro del intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales lo cual es muy improbable.

$$\text{Ecuación 5} \quad \text{FACTOR DE DEMANDA} = \frac{\text{DEMANDA MÁXIMA}}{\text{CARGA CONECTADA}}$$

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente.

#### 8.4.5 Factor De Potencia.

Es la relación entre la potencia activa (W, kW o MW) y la potencia aparente (VA, kVA, MVA), determinada en el sistema o en uno de los componentes.

$$\text{Ecuación 6} \quad \text{Cos}\Phi = \frac{\text{POTENCIA ACTIVA}}{\text{POTENCIA APARENTE}}$$

Para sistemas de distribución se fija un valor mínimo de 0.9 para el factor de potencia. En el caso de tener valores inferiores a este se deberá corregir este factor por parte de los usuarios, la empresa electrificadora o por ambos. En redes que alimentan usuarios industriales se fija un 0.85 como mínimo.

El factor de potencia se corrige mediante la instalación de bancos de condensadores en las acometidas de los usuarios cuyas cargas así lo requieran o en los circuitos primarios. Es muy importante calcular bien los KVAR a compensar y la ubicación de los bancos de condensadores dentro del sistema.

#### 8.4.6 Vida útil.

“La vida útil de un transformador está ligada a sus aislamientos sólidos por lo que el envejecimiento o deterioro de estos determinan la expectativa de vida de un transformador.

En los transformadores de distribución existe un factor imprescindible para su dimensionamiento, ya que este indica el deterioro acumulado de los equipos en el transcurso del tiempo y cuya pérdida es una función de los períodos de sobrecarga y a su vez de la temperatura de la máquina en condiciones de operación”.

## 8.5 MÉTODO REA (RURAL ELECTRIFICATION ADMINISTRATION)

La Administración de Electrificación Rural, REA por sus siglas en inglés, fue creada el 11 de mayo de 1935, con el propósito de promover la electrificación rural, a lo largo de los Estados Unidos, que para ese entonces bordeaba el 11%. Para 1952, casi todo el sector rural contaba con el servicio de electricidad. En 1994, la REA se reorganizó para formar la RUS (Rural Utilities Service). A partir de 1939, la REA ha estimado la capacidad para cargas futuras basándose en curvas relacionando la demanda en kW según el número de consumidores y los kWh promedio utilizados.

Este método ha demostrado fiabilidad y las curvas han sido revisadas según la necesidad debido a los constantes cambios en la red. El método desarrollado para la demanda en kW consiste en la multiplicación de dos factores que corresponden al número de clientes y kWh usados. Estos factores pueden ser obtenidos de tablas o determinados matemáticamente.

Los términos utilizados en el cálculo de la demanda han sido designados como factor de kWh o Factor B mientras el segundo como factor del consumidor o Factor A. Para el cálculo de la demanda en kW de cualquier cantidad de consumidores, basta con multiplicar los dos factores A y B

$$\text{Ecuación 7} \quad \text{FACTOR A} = N(1-0.4N+0.4(N^2+40))^{1/2}$$

**Dónde:** N= Número de consumidores

$$\text{Ecuación 8} \quad \text{FACTOR B} = 0.005925((\text{kWh}/\text{mes})/\text{consumidor})^{0.885}$$

$$\text{Ecuación 9} \quad \text{DMD}_{(\text{CLIENTES-CONSUMO})} = \text{FACTOR A}_{(\text{CLIENTES})} + \text{FACTOR B}_{(\text{CONSUMO})}$$

Dónde:

**DMD:** Demanda máxima diversificada con equipos eléctricos para uso general.

**Factor A y Factor B:** Variable dependiente de la metodología de REA en función del consumo y número de usuarios estratificados por escalas de consumo estos valores e encuentran en el ANEXO 17, ya que las ecuaciones de REA relacionan el número de clientes y el consumo tipo.

## 8.6 COCINAS DE INDUCCIÓN

Según el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022 emitido por el CONELEC menciona que “Durante el 2009, 2010 y 2011, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de

inducción y definir los presupuestos de inversión para la implementación”.

El Plan de Migración del consumo de GLP a electricidad, iniciará en el año 2015, es por tal motivo que las empresas distribuidoras de electricidad deberán empezar a cambiar su infraestructura para así poder suministrar el servicio de energía con el incremento de carga y con la confiabilidad del servicio que se requiere. La Tabla 1 muestra las cocinas de inducción por cada empresa eléctrica.

**TABLA 2 INGRESO DE COCINAS DE INDUCCIÓN POR EMPRESA ELÉCTRICA**

| Empresa                | TTik | 2015           | 2016             | 2017             | 2018             | 2019             | 2020             | 2021             | 2022             |
|------------------------|------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| CNEL-Bolívar           | 31   | 817            | 9.567            | 47.484           | 50.461           | 53.514           | 56.563           | 57.887           | 59.172           |
| CNEL-EI Oro            | 26   | 933            | 28.700           | 130.667          | 154.335          | 179.311          | 205.502          | 211.092          | 216.593          |
| CNEL-Esmeraldas        | 21   | 700            | 16.450           | 108.383          | 115.913          | 123.873          | 132.168          | 136.606          | 141.037          |
| CNEL-Guayas Los Ríos   | 25   | 700            | 41.067           | 272.067          | 292.192          | 313.448          | 335.687          | 348.255          | 360.740          |
| CNEL-Los Ríos          | 73   | -              | 6.067            | 95.667           | 99.789           | 104.074          | 108.335          | 112.087          | 115.762          |
| CNEL-Manabí            | 65   | -              | 9.567            | 263.900          | 286.129          | 309.289          | 333.539          | 343.841          | 354.108          |
| CNEL-Milagro           | 66   | -              | 7.933            | 114.916          | 122.313          | 130.038          | 138.160          | 142.323          | 146.429          |
| CNEL-Sta. Elena        | 22   | 700            | 11.900           | 109.783          | 115.344          | 121.150          | 127.256          | 132.880          | 138.605          |
| CNEL-Sto. Domingo      | 63   | -              | 14.333           | 135.783          | 146.762          | 158.407          | 170.309          | 176.854          | 183.385          |
| CNEL-Sucumbios         | 139  | -              | 6.067            | 81.667           | 85.079           | 88.480           | 91.967           | 96.998           | 102.204          |
| E.E. Ambato            | 11   | 48.883         | 149.333          | 204.866          | 207.814          | 210.802          | 213.808          | 219.425          | 224.895          |
| E.E. Azogues           | 18   | 5.133          | 17.400           | 26.267           | 27.114           | 28.016           | 28.929           | 29.240           | 29.516           |
| E.E. Centro Sur        | 10   | 70.000         | 145.833          | 297.733          | 302.906          | 308.183          | 313.759          | 322.245          | 330.671          |
| E.E. Cotopaxi          | 3    | 28.583         | 86.566           | 88.549           | 93.790           | 99.322           | 104.863          | 106.999          | 109.043          |
| E.E. Norte             | 33   | 9.800          | 90.184           | 190.651          | 192.601          | 194.531          | 196.259          | 209.545          | 213.607          |
| E.E. Quito             | 2    | 72.450         | 291.667          | 566.167          | 661.905          | 762.142          | 867.280          | 890.405          | 912.926          |
| E.E. Riobamba          | 12   | 15.167         | 65.800           | 134.167          | 137.112          | 140.111          | 143.132          | 145.906          | 148.561          |
| E.E. Sur               | 11   | 18.434         | 86.566           | 148.049          | 152.867          | 156.789          | 160.740          | 163.881          | 166.836          |
| Eléctrica de Guayaquil | 4    | 77.700         | 315.000          | 483.234          | 509.394          | 536.223          | 563.700          | 574.117          | 584.048          |
| E.E. Galápagos         | 34   | 1.600          | 4.600            | 8.000            | 8.300            | 8.700            | 9.000            | 9.400            | 9.800            |
| <b>Total S.N.L.</b>    |      | <b>350.000</b> | <b>1.400.000</b> | <b>3.500.000</b> | <b>3.753.820</b> | <b>4.017.703</b> | <b>4.291.956</b> | <b>4.420.586</b> | <b>4.538.136</b> |
| <b>Total Nacional</b>  |      | <b>351.600</b> | <b>1.404.600</b> | <b>3.508.000</b> | <b>3.762.120</b> | <b>4.026.403</b> | <b>4.300.956</b> | <b>4.429.986</b> | <b>4.547.936</b> |

Fuente: plan maestro de electrificación 2013-2022

Elaborado por: postulantes

## 8.7 SOFTWARE DE CAMPO GIS

La arquitectura de Arcgis es un sistema de información especializado en el manejo y análisis de información geográfica incluye una completa plataforma que permite el desarrollo de funcionalidad GIS para la captura y mantenimiento de datos de modo eficiente y de manera rápida. Este avance permite a las organizaciones distribuir funcionalidad GIS en base a las necesidades de cada usuario o grupo de usuarios concretos para capturar datos de posición y características de calidad para su sistema de información geográfica (GIS).

## **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:**

Se espera que la mayor cantidad de usuarios del área de concesión de la empresa eléctrica Ambato, estén dentro de la categoría de consumo Tipo “C”.

Se estima que las categorías de consumo estén ligadas a las diferentes zonas, esperando que las categorías de consumo más altas se encontraran en la zona Urbana, y las categorías de consumo más bajas se encuentren en la Zona Rural.

Determinar si la fórmula para el cálculo de la demanda Máxima diversificada considera un porcentaje de sobrecarga con la inclusión de la demanda de las cocinas de inducción.

## **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

### **10.1 Breve Caracterización de la Institución Objeto De Estudio.**

Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., EEASA, es una institución que con más de medio siglo de existencia y con una eficiente trayectoria de servicio a la sociedad, ha mantenido sus altos estándares técnicos, laborales y de servicio al cliente en su área de concesión, gracias a la efectiva gestión de sus trabajadores, directivos y autoridades.

El trabajo mancomunado ha dado lugar a que EEASA sea catalogada como Distribuidora Clase “A”, es decir, una organización que sabe a dónde va y conoce exactamente lo que tiene que hacer, Por su eficiencia en la prestación de servicios, obtuvo la certificación ISO 9001:2008 en gestión de calidad, lo que sin duda constituye un honor pero al mismo tiempo, compromete a una constante mejora.

### **10.2 Levantamiento de Datos**

Para el levantamiento de información se utilizó la estadística del sistema comercial de EEASA, este sistema se llama SISCOM, para obtener los datos necesarios tales como son: Código de cliente o número de cuenta , las coordenadas (X;Y), la Ruta de lectura asignada por la Empresa Eléctrica para cada uno de los sectores dentro del Área de concesión de la EEASA, Tipo de Cliente ya que este estudio se encuentra enfocado únicamente a los usuarios que se encuentran registrados con la Tarifa

residencial, además de la obtención del registro de consumos por cada cliente del último año.

### 10.3 Depuración de la Base De Datos de los Consumos Mensual de Clientes

Obtener la información de clientes con sus respectivos consumos mensuales del último año, con el correspondiente tipo de cliente, y la ruta de lectura al que se encuentra asociado.

TABLA 3 CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS CLIENTES DEL AÑO 2015

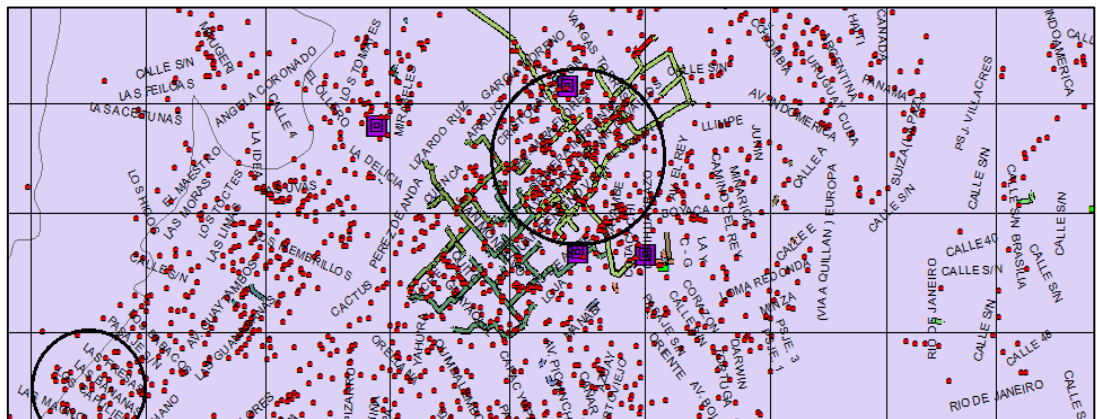
| TARIFA                | # Cuenta | POSICION  |           | RUTA | CONSUMOS (kWh) 2015 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | PROMEDIO |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
|                       |          | X         | Y         |      | ENE                 | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |          |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 1        | 764136,11 | 9862377,3 | 111  | 108                 | 61  | 68  | 91  | 80  | 242 | 234 | 164 | 236 | 214 | 217 | 219 | 161,167  |
| RESIDENCIAL           | 2        | 834855,26 | 9834151,3 | 111  | 123                 | 174 | 178 | 196 | 169 | 196 | 211 | 212 | 240 | 227 | 243 | 222 | 199,250  |
| RESIDENCIAL           | 3        | 764136,11 | 9862377,3 | 111  | 226                 | 331 | 286 | 295 | 333 | 437 | 343 | 289 | 425 | 354 | 346 | 161 | 318,833  |
| RESIDENCIAL           | 4        | 764136,11 | 9862377,3 | 111  | 165                 | 208 | 184 | 234 | 236 | 310 | 204 | 189 | 285 | 253 | 234 | 151 | 221,083  |
| RESIDENCIAL           | 5        | 764136,11 | 9862377,3 | 111  | 84                  | 91  | 162 | 185 | 124 | 120 | 131 | 129 | 134 | 132 | 88  | 1   | 115,083  |
| RESIDENCIAL           | 12       | 764123,22 | 9862355,5 | 111  | 150                 | 156 | 168 | 195 | 151 | 149 | 175 | 157 | 175 | 157 | 181 | 145 | 163,250  |
| RESIDENCIAL           | 13       | 764123,22 | 9862355,5 | 111  | 7                   | 6   | 0   | 8   | 5   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   | 6   | 5,818    |
| RESIDENCIAL           | 14       | 764123,22 | 9862355,5 | 111  | 251                 | 277 | 290 | 344 | 280 | 266 | 252 | 234 | 275 | 248 | 305 | 241 | 271,917  |
| RESIDENCIAL           | 15       | 764123,22 | 9862355,5 | 111  | 32                  | 30  | 34  | 37  | 32  | 31  | 33  | 32  | 45  | 35  | 39  | 33  | 34,417   |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 16       | 764123,22 | 9862355,5 | 111  | 207                 | 237 | 259 | 285 | 238 | 201 | 252 | 222 | 263 | 239 | 250 | 228 | 240,083  |
| INDUSTRIAL ARTESANAL  | 17       | 764128,11 | 9862334,2 | 111  | 276                 | 331 | 320 | 268 | 255 | 372 | 321 | 285 | 338 | 307 | 352 | 283 | 309,000  |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 18       | 764125,44 | 9862317,2 | 111  | 79                  | 96  | 85  | 106 | 97  | 109 | 81  | 78  | 98  | 72  | 68  | 43  | 84,333   |
| RESIDENCIAL           | 19       | 764125,44 | 9862317,2 | 111  | 327                 | 306 | 235 | 227 | 231 | 272 | 208 | 331 | 262 | 211 | 247 | 193 | 254,167  |
| RESIDENCIAL           | 20       | 764120,01 | 9862347,8 | 111  | 207                 | 222 | 242 | 211 | 183 | 221 | 190 | 168 | 218 | 182 | 241 | 187 | 206,000  |
| RESIDENCIAL           | 21       | 764120,01 | 9862347,8 | 111  | 148                 | 142 | 154 | 153 | 139 | 196 | 141 | 84  | 141 | 117 | 111 | 135 | 138,417  |

Elaborado por: postulantes

Tomado en cuenta que la cantidad de registros de la tabla de datos no exceda de la capacidad máxima de la versión de Excel que se esté utilizando.

En el caso de no ser manejable la cantidad de registros en Excel se deberá en Arcgis determinar zonas geográficas de menor cantidad de registros, para lo cual es necesario tener el debido cuidado de que la zona contenga todos los registros correspondientes a la ruta de lectura que se incluya en esta delimitación

GRAFICO 8 SELECCIÓN DE LA ZONA DE MENOR CANTIDAD DE REGISTROS



Elaborado por: postulantes

10.4 Calcular en promedio de consumo de los últimos 12 Meses

Una vez se hayan obtenido todos los consumos de los clientes en estudio es necesario el proceder con el calculo del promedio de consumo de cada cliente sin tomar en cuenta los valores de consumos que sean cero ya que estos consumos alteraran de una directa a la obtención de un promedio real y esto nos darán resultados herrados en el procedimiento.

TABLA 4 PROMEDIO DEL CONSUMO DE ENERGIA DEL ÚLTIMO AÑO

| TIPO | TARIFA      | # Cuenta | POSICION |           |           | CONSUMOS (kWh) 2015 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                   | PROMEDIO |
|------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------------|----------|
|      |             |          | X        | Y         | RUTA      | ENE                 | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC                               |          |
| D    | RESIDENCIAL | 51720    | 764187,1 | 9860768,6 | 3 57 10   | 0                   | 56  | 40  | 5   | 0   | 0   | 0   | 48  | 208 | 193 | 142 | =+PROMEDIO.SI(G43494:R43494;">0") |          |
| E    | RESIDENCIAL | 51721    | 766671,2 | 9855801,2 | 5 56 8    | 21                  | 26  | 12  | 13  | 12  | 14  | 19  | 12  | 14  | 5   | 7   | 8                                 | 13,583   |
| E    | RESIDENCIAL | 51722    | 763506,4 | 9858485,9 | 3 57 1    | 31                  | 32  | 24  | 23  | 30  | 36  | 41  | 44  | 27  | 28  | 29  | 29                                | 31,167   |
| A    | RESIDENCIAL | 51723    | 764298,8 | 9859287,2 | 3 57 3    | 258                 | 270 | 242 | 288 | 307 | 340 | 324 | 317 | 323 | 308 | 319 | 492                               | 315,667  |
| E    | RESIDENCIAL | 51725    | 764383,7 | 9859412,1 | 3 57 3    | 58                  | 64  | 49  | 78  | 46  | 61  | 60  | 56  | 62  | 65  | 52  | 48                                | 58,250   |
| E    | RESIDENCIAL | 51726    | 764801,4 | 9858375   | 4 45 3    | 54                  | 57  | 60  | 50  | 53  | 53  | 65  | 63  | 57  | 80  | 62  | 63                                | 59,750   |
| E    | RESIDENCIAL | 51728    | 760615,2 | 9853969   | 14 44 3   | 72                  | 63  | 54  | 66  | 54  | 58  | 64  | 60  | 63  | 66  | 80  | 91                                | 65,917   |
| E    | RESIDENCIAL | 51729    | 765912,2 | 9858460,3 | 4 46 1    | 36                  | 39  | 40  | 36  | 43  | 40  | 36  | 44  | 37  | 40  | 20  | 46                                | 38,083   |
| C    | RESIDENCIAL | 51731    | 776562,1 | 9861062,9 | 11 106 10 | 120                 | 106 | 110 | 120 | 110 | 95  | 122 | 124 | 123 | 151 | 113 | 138                               | 119,333  |
| E    | RESIDENCIAL | 51732    | 777468,7 | 9861481,7 | 11 107 1  | 5                   | 6   | 7   | 7   | 4   | 6   | 6   | 9   | 3   | 13  | 12  | 14                                | 7,667    |
| B    | RESIDENCIAL | 51733    | 777069   | 9862418,2 | 11 106 10 | 216                 | 187 | 183 | 190 | 176 | 170 | 181 | 255 | 167 | 187 | 155 | 200                               | 188,917  |
| D    | RESIDENCIAL | 51734    | 766536,3 | 9847131   | 7 52 2    | 101                 | 92  | 122 | 82  | 115 | 103 | 93  | 90  | 93  | 101 | 90  | 113                               | 99,583   |
| B    | RESIDENCIAL | 51736    | 761530   | 9841671,3 | 7 52 3    | 156                 | 141 | 205 | 211 | 159 | 212 | 172 | 192 | 179 | 213 | 165 | 127                               | 177,667  |
| E    | RESIDENCIAL | 51737    | 761480,5 | 9840809,4 | 7 52 3    | 78                  | 62  | 57  | 64  | 49  | 61  | 65  | 92  | 104 | 90  | 83  | 71                                | 73,000   |
| D    | RESIDENCIAL | 51738    | 767385,9 | 9848169   | 7 52 8    | 97                  | 91  | 89  | 91  | 89  | 107 | 94  | 103 | 101 | 104 | 125 | 102                               | 99,417   |
| E    | RESIDENCIAL | 51739    | 767111,3 | 9848048,2 | 7 52 8    | 23                  | 19  | 17  | 40  | 7   | 7   | 6   | 8   | 23  | 14  | 3   | 10                                | 14,750   |
| E    | RESIDENCIAL | 51741    | 761914,2 | 9841639   | 7 52 3    | 34                  | 26  | 26  | 41  | 25  | 27  | 23  | 28  | 22  | 31  | 30  | 26                                | 28,250   |
| E    | RESIDENCIAL | 51742    | 761876,7 | 9841426,5 | 7 52 3    | 66                  | 69  | 62  | 72  | 65  | 81  | 62  | 54  | 55  | 60  | 66  | 52                                | 63,667   |
| E    | RESIDENCIAL | 51743    | 763457,4 | 9842241,4 | 7 52 5    | 29                  | 31  | 38  | 43  | 33  | 24  | 34  | 28  | 32  | 29  | 32  | 26                                | 31,583   |

Elaborado por: postulantes



### 10.5 Definir el estrato al que pertenecen cada cliente.

Basados el consumo promedio y los valores para los límites definidos y después de un análisis en conjunto con la empresa Eléctrica Ambato se ha determinado los valores máximos y mínimos para los estratos del resultado promedio del 2015. En Se define a que estrato de pertenecería cada cliente con los resultados del promedio obtenido.

TABLA 5 ASIGNACIÓN DEL ESTRATO AL QUE PERTENECEN CADA CLIENTE

| # Cuenta | POSICION |           |           | CONSUMOS (kwh) 2015 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        | PROMEDIO | CLIENTE TIPO |
|----------|----------|-----------|-----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----------|--------------|
|          | X        | Y         | ruta      | ENE                 | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC    |          |              |
| 51720    | 764187,1 | 9860768,6 | 3 57 10   | 0                   | 56  | 40  | 5   | 0   | 0   | 0   | 48  | 208 | 193 | 142 | 98,857 | D        |              |
| 51721    | 766671,2 | 9855801,2 | 5 56 8    | 21                  | 26  | 12  | 13  | 12  | 14  | 19  | 12  | 14  | 5   | 7   | 8      | 13,583   | E            |
| 51722    | 763506,4 | 9858485,9 | 3 57 1    | 31                  | 32  | 24  | 23  | 30  | 36  | 41  | 44  | 27  | 28  | 29  | 29     | 31,167   | E            |
| 51723    | 764298,8 | 9859287,2 | 3 57 3    | 258                 | 270 | 242 | 288 | 307 | 340 | 324 | 317 | 323 | 308 | 319 | 492    | 315,667  | A            |
| 51725    | 764383,7 | 9859412,1 | 3 57 3    | 58                  | 64  | 49  | 78  | 46  | 61  | 60  | 56  | 62  | 65  | 52  | 48     | 58,250   | E            |
| 51726    | 764801,4 | 9858375   | 4 45 3    | 54                  | 57  | 60  | 50  | 53  | 53  | 65  | 63  | 57  | 80  | 62  | 63     | 59,750   | E            |
| 51728    | 760615,2 | 9853969   | 14 44 3   | 72                  | 63  | 54  | 66  | 54  | 58  | 64  | 60  | 63  | 66  | 80  | 91     | 65,917   | E            |
| 51729    | 765912,2 | 9858460,3 | 4 46 1    | 36                  | 39  | 40  | 36  | 43  | 40  | 36  | 44  | 37  | 40  | 20  | 46     | 38,083   | E            |
| 51731    | 776562,1 | 9861062,9 | 11 106 10 | 120                 | 106 | 110 | 120 | 110 | 95  | 122 | 124 | 123 | 151 | 113 | 138    | 119,333  | C            |
| 51732    | 777468,7 | 9861481,7 | 11 107 1  | 5                   | 6   | 7   | 7   | 4   | 6   | 6   | 9   | 3   | 13  | 12  | 14     | 7,667    | E            |
| 51733    | 777069   | 9862418,2 | 11 106 10 | 216                 | 187 | 183 | 190 | 176 | 170 | 181 | 255 | 167 | 187 | 155 | 200    | 188,917  | B            |
| 51734    | 766536,3 | 9847131   | 7 52 2    | 101                 | 92  | 122 | 82  | 115 | 103 | 93  | 90  | 93  | 101 | 90  | 113    | 99,583   | D            |
| 51736    | 761530   | 9841671,3 | 7 52 3    | 156                 | 141 | 205 | 211 | 159 | 212 | 172 | 192 | 179 | 213 | 165 | 127    | 177,667  | B            |
| 51737    | 761480,5 | 9840809,4 | 7 52 3    | 78                  | 62  | 57  | 64  | 49  | 61  | 65  | 92  | 104 | 90  | 83  | 71     | 73,000   | E            |
| 51738    | 767385,9 | 9848169   | 7 52 8    | 97                  | 91  | 89  | 91  | 89  | 107 | 94  | 103 | 101 | 104 | 125 | 102    | 99,417   | D            |
| 51739    | 767111,3 | 9848048,2 | 7 52 8    | 23                  | 19  | 17  | 40  | 7   | 6   | 8   | 23  | 14  | 3   | 10  |        | 14,750   | E            |
| 51741    | 761914,2 | 9841639   | 7 52 3    | 34                  | 26  | 26  | 41  | 25  | 27  | 23  | 28  | 22  | 31  | 30  | 26     | 28,250   | E            |
| 51742    | 761876,7 | 9841426,5 | 7 52 3    | 66                  | 69  | 62  | 72  | 65  | 81  | 62  | 54  | 55  | 60  | 66  | 52     | 63,667   | E            |
| 51743    | 763457,4 | 9842241,4 | 7 52 5    | 29                  | 31  | 38  | 43  | 33  | 24  | 34  | 28  | 32  | 29  | 32  | 26     | 31,583   | E            |
| 51745    | 767692   | 9858847   | 5 54 3    | 99                  | 99  | 99  | 124 | 98  | 105 | 63  | 90  | 26  | 76  | 81  | 90     | 87,500   | D            |

Elaborado por: postulantes

TABLA 6 VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE CONSUMO POR ESTRATO DE CONSUMO

| ESTRATOS | MIN (kwh) | MAX (kwh) |
|----------|-----------|-----------|
| E        | 10        | 80        |
| D        | 81        | 110       |
| C        | 111       | 160       |
| B        | 161       | 270       |
| A        | 270       | 500       |

Fuente: <http://www.eeasa.com.ec/index.php?id=3&id1=59&id2=132>

Elaborado por: postulantes

### 10.6 Definición de valores estadísticos de los clientes.

Para establecer cada uno de los valores estadísticos es necesario el calcular la media aritmética, desviación estándar, porcentaje de la desviación estándar respecto a la media y el máximo valor permisible para cada estrato de acuerdo a su porcentaje de desviación, para todos los clientes pertenecientes a cada estrato

TABLA 7 DEFINICIÓN DE VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS CLIENTES

| A       | B       | C       | D       | E      | A1       | ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA | DES_EST- | %DESV | MIN_PERN |
|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|-----|-----|-----------|----------|-------|----------|
| 318,833 | 161,167 | 115,083 | 84,333  | 5,818  | 626,083  | E        | 10  | 80  |           |          |       |          |
| 271,917 | 199,250 | 138,417 | 89,667  | 34,417 | 529,333  | D        | 81  | 110 |           |          |       |          |
| 309,000 | 221,083 | 144,167 | 105,083 | 43,833 | 512,000  | C        | 111 | 160 |           |          |       |          |
| 478,417 | 163,250 | 156,167 | 93,750  | 29,583 | 648,917  | B        | 161 | 270 |           |          |       |          |
| 339,750 | 240,083 | 113,000 | 106,545 | 65,857 | 857,500  | A        | 270 | 500 |           |          |       |          |
| 294,417 | 254,167 | 152,000 | 93,818  | 51,750 | 610,333  |          |     |     |           |          |       |          |
| 278,500 | 206,000 | 154,750 | 96,455  | 40,111 | 509,750  |          |     |     |           |          |       |          |
| 391,500 | 178,583 | 151,750 | 85,667  | 59,750 | 4019,667 |          |     |     |           |          |       |          |
| 475,667 | 176,917 | 120,417 | 89,182  | 5,000  | 684,250  |          |     |     |           |          |       |          |
| 376,833 | 215,000 | 118,583 | 92,833  | 11,333 | 676,750  |          |     |     |           |          |       |          |
| 380,583 | 174,917 | 119,636 | 81,167  | 56,250 | 608,833  |          |     |     |           |          |       |          |
| 311,000 | 181,083 | 132,000 | 97,333  | 61,667 | 1470,500 |          |     |     |           |          |       |          |
| 362,417 | 207,750 | 154,000 | 92,333  | 14,167 | 763,917  |          |     |     |           |          |       |          |
| 335,750 | 225,333 | 151,250 | 81,583  | 75,417 | 606,083  |          |     |     |           |          |       |          |
| 412,333 | 233,750 | 145,500 | 109,250 | 54,250 | 682,833  |          |     |     |           |          |       |          |
| 273,250 | 180,143 | 143,250 | 106,500 | 15,545 | 581,583  |          |     |     |           |          |       |          |
| 323,750 | 171,833 | 120,583 | 80,833  | 70,917 | 787,000  |          |     |     |           |          |       |          |
| 324,417 | 188,833 | 118,833 | 84,833  | 5,000  | 673,750  |          |     |     |           |          |       |          |
| 419,500 | 261,333 | 121,083 | 87,583  | 1,333  | 752,583  |          |     |     |           |          |       |          |

Elaborado por: postulantes

Para esto es necesario el considera los estratos de consumo con sus respectivos límites.

Se separa los consumos promedios correspondientes a cada estrato filtrando previamente para que estos datos correspondan solamente a clientes residenciales y se calcula el promedio de todos los clientes pertenecientes a cada estrato para obtener el valor de la esperanza.

Se calcula la desviación estándar del grupo de clientes pertenecientes a cada estrato de consumo.

Se calcula el porcentaje correspondiente a la desviación estándar respecto al promedio de cada estrato.

**TABLA 8 CALCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR**

| A       | B       | C       | D       | E      | A1       | ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA            | DES_EST | %DESV | MIN_PERM | MAX_PERM |
|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|-----|-----|----------------------|---------|-------|----------|----------|
| 318,833 | 161,167 | 115,083 | 84,333  | 5,818  | 626,083  | E        | 10  | 80  | =+PROMEDIO(F6:F3298) |         |       |          |          |
| 271,917 | 199,250 | 138,417 | 89,667  | 34,417 | 529,333  | D        | 81  | 110 | 94,987               |         |       |          |          |
| 309,000 | 221,083 | 144,167 | 105,083 | 43,833 | 512,000  | C        | 111 | 160 | 133,244              |         |       |          |          |
| 478,417 | 163,250 | 156,167 | 93,750  | 29,583 | 648,917  | B        | 161 | 270 | 204,434              |         |       |          |          |
| 339,750 | 240,083 | 113,000 | 106,545 | 65,857 | 857,500  | A        | 270 | 500 | 348,696              |         |       |          |          |
| 294,417 | 254,167 | 152,000 | 93,818  | 51,750 | 610,333  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 278,500 | 206,000 | 154,750 | 96,455  | 40,111 | 509,750  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 391,500 | 178,583 | 151,750 | 85,667  | 59,750 | 4019,667 |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 475,667 | 176,917 | 120,417 | 89,182  | 5,000  | 684,250  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 376,833 | 215,000 | 118,583 | 92,833  | 11,333 | 676,750  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 380,583 | 174,917 | 119,636 | 81,167  | 56,250 | 608,833  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 311,000 | 181,083 | 132,000 | 97,333  | 61,667 | 1470,500 |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 362,417 | 207,750 | 154,000 | 92,333  | 14,167 | 763,917  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 335,750 | 225,333 | 151,250 | 81,583  | 75,417 | 606,083  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 412,333 | 233,750 | 145,500 | 109,250 | 54,250 | 682,833  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 273,250 | 180,143 | 143,250 | 106,500 | 15,545 | 581,583  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 323,750 | 171,833 | 120,583 | 80,833  | 70,917 | 787,000  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 324,417 | 188,833 | 118,833 | 84,833  | 5,000  | 673,750  |          |     |     |                      |         |       |          |          |
| 419,500 | 261,333 | 121,083 | 87,583  | 1,333  | 752,583  |          |     |     |                      |         |       |          |          |

Elaborado por: postulantes

**TABLA 9 CALCULO DEL PORCENTAJE CORRESPONDIENTE A LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR**

| A       | B       | C       | D       | E      | A1       | ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA | DES_EST | %DESV   | MIN_PERM | MAX_PERM |
|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|-----|-----|-----------|---------|---------|----------|----------|
| 318,833 | 161,167 | 115,083 | 84,333  | 5,818  | 626,083  | E        | 10  | 80  | 40,812    | 24,46   | =+M6/L6 |          |          |
| 271,917 | 199,250 | 138,417 | 89,667  | 34,417 | 529,333  | D        | 81  | 110 | 94,987    | 8,776   | 0,09    |          |          |
| 309,000 | 221,083 | 144,167 | 105,083 | 43,833 | 512,000  | C        | 111 | 160 | 133,244   | 14,423  | 0,11    |          |          |
| 478,417 | 163,250 | 156,167 | 93,750  | 29,583 | 648,917  | B        | 161 | 270 | 204,434   | 30,220  | 0,15    |          |          |
| 339,750 | 240,083 | 113,000 | 106,545 | 65,857 | 857,500  | A        | 270 | 500 | 348,696   | 61,207  | 0,18    |          |          |
| 294,417 | 254,167 | 152,000 | 93,818  | 51,750 | 610,333  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 278,500 | 206,000 | 154,750 | 96,455  | 40,111 | 509,750  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 391,500 | 178,583 | 151,750 | 85,667  | 59,750 | 4019,667 |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 475,667 | 176,917 | 120,417 | 89,182  | 5,000  | 684,250  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 376,833 | 215,000 | 118,583 | 92,833  | 11,333 | 676,750  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 380,583 | 174,917 | 119,636 | 81,167  | 56,250 | 608,833  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 311,000 | 181,083 | 132,000 | 97,333  | 61,667 | 1470,500 |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 362,417 | 207,750 | 154,000 | 92,333  | 14,167 | 763,917  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 335,750 | 225,333 | 151,250 | 81,583  | 75,417 | 606,083  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 412,333 | 233,750 | 145,500 | 109,250 | 54,250 | 682,833  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 273,250 | 180,143 | 143,250 | 106,500 | 15,545 | 581,583  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 323,750 | 171,833 | 120,583 | 80,833  | 70,917 | 787,000  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 324,417 | 188,833 | 118,833 | 84,833  | 5,000  | 673,750  |          |     |     |           |         |         |          |          |
| 419,500 | 261,333 | 121,083 | 87,583  | 1,333  | 752,583  |          |     |     |           |         |         |          |          |

Elaborado por: postulantes

Se calcula el máximo permitido por estrato, valor que corresponderá a sumar el límite máximo del estrato más el valor porcentual de la desviación estándar del mismo además de definir el límite mínimo para cada cliente como su promedio restado el porcentaje de la desviación estándar del estrato al que corresponde.

TABLA 10 CÁLCULO DEL VALOR MÁXIMO PERMITIDO POR ESTRATO

| A       | B       | C       | D       | E      | A1       | ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA | DES_EST- | %DESV | MAX_PERM  | MAX_PERM |
|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|-----|-----|-----------|----------|-------|-----------|----------|
| 318,833 | 161,167 | 115,083 | 84,333  | 5,818  | 626,083  | E        | 10  | 80  | 40,812    | 24,46    | 0,60  | =K6+K6*N6 |          |
| 271,917 | 199,250 | 138,417 | 89,667  | 34,417 | 529,333  | D        | 81  | 110 | 94,987    | 8,776    | 0,09  | 120,16    |          |
| 309,000 | 221,083 | 144,167 | 105,083 | 43,833 | 512,000  | C        | 111 | 160 | 133,244   | 14,423   | 0,11  | 177,32    |          |
| 478,417 | 163,250 | 156,167 | 93,750  | 29,583 | 648,917  | B        | 161 | 270 | 204,434   | 30,220   | 0,15  | 309,91    |          |
| 339,750 | 240,083 | 113,000 | 106,545 | 65,857 | 857,500  | A        | 270 | 500 | 348,696   | 61,207   | 0,18  | 587,77    |          |
| 294,417 | 254,167 | 152,000 | 93,818  | 51,750 | 610,333  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 278,500 | 206,000 | 154,750 | 96,455  | 40,111 | 509,750  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 391,500 | 178,583 | 151,750 | 85,667  | 59,750 | 4019,667 |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 475,667 | 176,917 | 120,417 | 89,182  | 5,000  | 684,250  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 376,833 | 215,000 | 118,583 | 92,833  | 11,333 | 676,750  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 380,583 | 174,917 | 119,636 | 81,167  | 56,250 | 608,833  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 311,000 | 181,083 | 132,000 | 97,333  | 61,667 | 1470,500 |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 362,417 | 207,750 | 154,000 | 92,333  | 14,167 | 763,917  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 335,750 | 225,333 | 151,250 | 81,583  | 75,417 | 606,083  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 412,333 | 233,750 | 145,500 | 109,250 | 54,250 | 682,833  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 273,250 | 180,143 | 143,250 | 106,500 | 15,545 | 581,583  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 323,750 | 171,833 | 120,583 | 80,833  | 70,917 | 787,000  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 324,417 | 188,833 | 118,833 | 84,833  | 5,000  | 673,750  |          |     |     |           |          |       |           |          |
| 419,500 | 261,333 | 121,083 | 87,583  | 1,333  | 752,583  |          |     |     |           |          |       |           |          |

Elaborado por: postulantes

TABLA 11 CÁLCULO DEL VALOR MÍNIMO PERMITIDO POR ESTRATO

| A       | B       | C       | D       | E      | A1       | ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA | DES_EST- | %DESV | MAX_PERM | MIN_PERM  |
|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|-----|-----|-----------|----------|-------|----------|-----------|
| 318,833 | 161,167 | 115,083 | 84,333  | 5,818  | 626,083  | E        | 10  | 80  | 40,812    | 24,46    | 0,60  | 127,95   | =H6-J6*N6 |
| 271,917 | 199,250 | 138,417 | 89,667  | 34,417 | 529,333  | D        | 81  | 110 | 94,987    | 8,776    | 0,09  | 120,16   | 73,52     |
| 309,000 | 221,083 | 144,167 | 105,083 | 43,833 | 512,000  | C        | 111 | 160 | 133,244   | 14,423   | 0,11  | 177,32   | 98,99     |
| 478,417 | 163,250 | 156,167 | 93,750  | 29,583 | 648,917  | B        | 161 | 270 | 204,434   | 30,220   | 0,15  | 309,91   | 137,20    |
| 339,750 | 240,083 | 113,000 | 106,545 | 65,857 | 857,500  | A        | 270 | 500 | 348,696   | 61,207   | 0,18  | 587,77   | 222,61    |
| 294,417 | 254,167 | 152,000 | 93,818  | 51,750 | 610,333  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 278,500 | 206,000 | 154,750 | 96,455  | 40,111 | 509,750  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 391,500 | 178,583 | 151,750 | 85,667  | 59,750 | 4019,667 |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 475,667 | 176,917 | 120,417 | 89,182  | 5,000  | 684,250  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 376,833 | 215,000 | 118,583 | 92,833  | 11,333 | 676,750  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 380,583 | 174,917 | 119,636 | 81,167  | 56,250 | 608,833  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 311,000 | 181,083 | 132,000 | 97,333  | 61,667 | 1470,500 |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 362,417 | 207,750 | 154,000 | 92,333  | 14,167 | 763,917  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 335,750 | 225,333 | 151,250 | 81,583  | 75,417 | 606,083  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 412,333 | 233,750 | 145,500 | 109,250 | 54,250 | 682,833  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 273,250 | 180,143 | 143,250 | 106,500 | 15,545 | 581,583  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 323,750 | 171,833 | 120,583 | 80,833  | 70,917 | 787,000  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 324,417 | 188,833 | 118,833 | 84,833  | 5,000  | 673,750  |          |     |     |           |          |       |          |           |
| 419,500 | 261,333 | 121,083 | 87,583  | 1,333  | 752,583  |          |     |     |           |          |       |          |           |

Elaborado por: postulantes

En la tabla de datos por cliente se calcula el mínimo permitido por cliente, valor correspondiente al promedio de cada cliente menos el valor porcentual de la desviación estándar correspondiente al estrato de consumo al que corresponde el cliente.

### 10.7 Estructuración de la nueva tabla con los valores de consumos mensuales eliminados los valores menores al mínimo.

Se realiza una nueva tabla de datos con los consumos mensuales de los clientes, eliminando los valores inferiores al mínimo permitido para cada cliente, para lo cual es necesario el generar un cuadro de consumos nuevo cuadro de consumos y a continuación se procede a calcular el nuevo promedio sin los valores menores al mínimo anterior.

TABLA 12 CONSUMOS MENSUALES ELIMINANDO LOS VALORES MENORES AL MÍNIMO.

| TARIFA    | # Cus | CLIENTE | CONSUMOS ELIMINANDO VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE ACUERDO A ESTRATO |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |       |         | ENE  | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOY | DIC |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 1     | B       |  |     |     |     |     |     | 242 | 234 | 164 | 236 | 214 | 217 | 219 |
| RESIDENCI | 2     | B       |  | 174 | 178 | 196 | 163 | 196 | 211 | 212 | 240 | 227 | 243 | 222 |     |
| RESIDENCI | 3     | A       | 226  | 331 | 286 | 295 | 333 | 437 | 343 | 289 | 425 | 354 | 346 |     |     |
| RESIDENCI | 4     | B       | 165  | 208 | 184 | 234 | 236 | 204 | 189 | 285 | 253 | 234 | 151 |     |     |
| RESIDENCI | 5     | C       |  |     | 162 | 124 | 120 | 131 | 129 | 134 | 132 |     |     |     |     |
| RESIDENCI | 12    | B       | 150  | 156 | 168 | 195 | 151 | 149 | 175 | 157 | 175 | 157 | 181 | 145 |     |
| RESIDENCI | 13    | E       | 7  | 6   |     | 8   | 5   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   | 6   |     |
| RESIDENCI | 14    | A       | 251  | 277 | 290 | 344 | 280 | 266 | 252 | 234 | 275 | 248 | 305 | 241 |     |
| RESIDENCI | 15    | E       | 32   | 30  | 34  | 37  | 32  | 31  | 33  | 32  | 45  | 35  | 39  | 33  |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 16    | B       | 207  | 237 | 253 | 285 | 238 | 201 | 252 | 222 | 263 | 239 | 250 | 228 |     |
| INDUSTRI  |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL        | 17    | A       | 276  | 331 | 320 | 268 | 255 | 372 | 321 | 285 | 338 | 307 | 352 | 283 |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 18    | D       | 79   | 96  | 85  | 106 | 97  | 109 | 81  | 78  | 98  |     |     |     |     |
| RESIDENCI | 19    | B       |  | 306 | 235 | 227 | 231 | 272 | 208 |     | 262 | 211 | 247 | 193 |     |
| RESIDENCI | 20    | B       | 207  | 222 | 242 | 211 | 183 | 221 | 190 | 168 | 218 | 182 | 241 | 187 |     |
| RESIDENCI | 21    | C       | 148  | 142 | 154 | 153 | 139 |     | 141 |     | 141 | 117 | 111 | 135 |     |
| RESIDENCI | 22    | E       | 30   | 43  | 51  | 52  | 42  | 53  | 32  | 34  | 46  | 55  | 57  | 31  |     |
| RESIDENCI | 23    | B       | 161  | 166 | 231 | 191 | 159 | 176 |     |     | 271 | 173 | 176 | 307 |     |
| RESIDENCI | 24    | C       | 127  | 135 | 114 | 126 | 116 | 170 | 171 | 168 | 153 | 168 | 149 | 133 |     |
| RESIDENCI | 27    | B       | 212  | 191 |     |     |     | 221 | 209 | 166 | 200 | 195 | 198 | 157 |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 29    | C       | 159  | 172 | 148 | 160 | 161 | 168 | 142 | 159 | 152 | 149 | 162 | 142 |     |
| RESIDENCI | 30    | C       | 120  | 116 |     | 102 | 111 | 103 | 112 | 150 | 126 | 102 | 133 |     |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 31    | E       | 29   | 29  | 32  | 29  | 26  | 36  | 31  | 29  | 30  | 28  | 30  | 26  |     |
| RESIDENCI | 33    | D       | 91   | 99  | 82  | 83  |     | 99  | 100 | 95  | 106 | 88  | 94  |     |     |
| RESIDENCI |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL -      | 34    | C       | 155  | 150 | 130 | 167 |     |     | 169 |     | 136 | 103 | 114 |     |     |
| COMERCI   |       |         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| AL SIN    | 35    | C       | 145  | 163 | 143 | 155 | 140 | 160 | 154 | 147 | 172 | 145 | 159 | 174 |     |
| RESIDENCI | 36    | D       | 94   | 106 | 87  | 92  | 107 | 107 | 111 | 102 |     | 96  | 107 | 115 |     |

Elaborado por: postulantes

TABLA 13 CALCULO DEL NUEVO PROMEDIO SIN LOS VALORES MENORES AL MÍNIMO

| TARIFA               | # Cuenta | CLIENTE | CONSUMOS ELIMINANDO VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE ACUERDO A ESTRATO |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                            | PROMEDIO FINAL |
|----------------------|----------|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------|----------------|
|                      |          |         | ENE  | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC                        |                |
| COMERCIAL SIN        | 1 B      |         |  |     |     |     | 242 | 234 | 164 | 236 | 214 | 217 | 219 | =+PROMEDIO.SI(US:AF3,">0") |                |
| RESIDENCIAL          | 2 B      |         | 174  |     | 178 | 196 | 169 | 196 | 211 | 212 | 240 | 227 | 243 | 222                        | 206,182        |
| RESIDENCIAL          | 3 A      | 226     | 331  |     | 286 | 295 | 333 | 437 | 343 | 289 | 425 | 354 | 346 |                            | 333,182        |
| RESIDENCIAL          | 4 B      | 165     | 208  |     | 184 | 234 | 236 |     | 204 | 189 | 285 | 253 | 234 | 151                        | 213,000        |
| RESIDENCIAL          | 5 C      |         |  |     | 162 |     | 124 | 120 | 131 | 129 | 134 | 132 |     |                            | 133,143        |
| RESIDENCIAL          | 12 B     | 150     | 156  |     | 168 | 195 | 151 | 149 | 175 | 157 | 175 | 157 | 181 | 145                        | 163,250        |
| RESIDENCIAL          | 13 E     | 7       | 6  |     |     | 8   | 5   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   | 6                          | 5,818          |
| RESIDENCIAL          | 14 A     | 251     | 277  |     | 290 | 344 | 280 | 266 | 252 | 234 | 275 | 248 | 305 | 241                        | 271,917        |
| RESIDENCIAL          | 15 E     | 32      | 30   |     | 34  | 37  | 32  | 31  | 33  | 32  | 45  | 35  | 39  | 33                         | 34,417         |
| COMERCIAL SIN        | 16 B     | 207     | 237  |     | 259 | 285 | 238 | 201 | 252 | 222 | 263 | 239 | 250 | 228                        | 240,083        |
| INDUSTRIAL ARTESANAL | 17 A     | 276     | 331  |     | 320 | 268 | 255 | 372 | 321 | 285 | 338 | 307 | 352 | 283                        | 309,000        |
| COMERCIAL SIN        | 18 D     | 79      | 96   |     | 85  | 106 | 97  | 109 | 81  | 78  | 98  |     |     |                            | 92,111         |
| RESIDENCIAL          | 19 B     |         | 306  |     | 235 | 227 | 231 | 272 | 208 |     | 262 | 211 | 247 | 193                        | 239,200        |
| RESIDENCIAL          | 20 B     | 207     | 222  |     | 242 | 211 | 183 | 221 | 190 | 168 | 218 | 182 | 241 | 187                        | 206,000        |
| RESIDENCIAL          | 21 C     | 148     | 142  |     | 154 | 153 | 139 |     | 141 | 117 | 111 | 117 | 111 | 135                        | 138,100        |
| RESIDENCIAL          | 22 E     | 30      | 43   |     | 51  | 52  | 42  | 53  | 32  | 34  | 46  | 55  | 57  | 31                         | 43,833         |
| RESIDENCIAL          | 23 B     | 161     | 166  |     | 231 | 191 | 159 | 176 |     | 271 | 173 | 176 | 307 |                            | 201,100        |
| RESIDENCIAL          | 24 C     | 127     | 135  |     | 114 | 126 | 116 | 170 | 171 | 168 | 153 | 168 | 149 | 133                        | 144,167        |
| RESIDENCIAL          | 27 B     | 212     | 191  |     |     |     |     | 221 | 209 | 166 | 200 | 195 | 198 | 157                        | 194,333        |
| COMERCIAL SIN        | 29 C     | 159     | 172  |     | 148 | 160 | 161 | 168 | 142 | 159 | 152 | 149 | 162 | 142                        | 156,167        |
| RESIDENCIAL          | 30 C     | 120     | 116  |     |     | 102 | 111 | 103 | 112 | 150 | 126 | 102 | 133 |                            | 117,500        |
| COMERCIAL SIN        | 31 E     | 29      | 29   |     | 32  | 29  | 26  | 36  | 31  | 29  | 30  | 28  | 30  | 26                         | 29,583         |
| RESIDENCIAL          | 33 D     | 91      | 99   |     | 82  | 83  |     | 99  | 100 | 95  | 106 | 88  | 94  |                            | 93,700         |

Elaborado por: postulantes

### 10.8 Ajuste de promedios por estratos de consumo.

Para realizar un Ajuste a los promedios es necesario el definir el error de cálculo como la diferencia porcentual entre el promedio anterior y el promedio nuevo, referido al promedio anterior, una tolerancia aceptable de error y el total de registros que salen de esta tolerancia.

TABLA 14 AJUSTE DE PROMEDIOS POR ESTRATOS DE CONSUMO

| TARIFA               | # Cuenta | POSICION |             | PROMEDIO | PROMEDIO FINAL | TIPO | ERROR |
|----------------------|----------|----------|-------------|----------|----------------|------|-------|
|                      |          | X        | Y           |          |                |      |       |
| COMERCIAL SIN        | 1        | 764136,1 | 9862377,342 | 161,167  |                | B    | 0,35  |
| RESIDENCIAL          | 2        | 834855,3 | 9834151,346 | 199,250  |                | B    | 0,03  |
| RESIDENCIAL          | 3        | 764136,1 | 9862377,342 | 318,833  |                | A    | 0,05  |
| RESIDENCIAL          | 4        | 764136,1 | 9862377,342 | 221,083  |                | B    | -0,04 |
| RESIDENCIAL          | 5        | 764136,1 | 9862377,342 | 115,083  |                | C    | 0,16  |
| RESIDENCIAL          | 12       | 764123,2 | 9862355,488 | 163,250  |                | B    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 13       | 764123,2 | 9862355,488 | 5,818    |                | E    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 14       | 764123,2 | 9862355,488 | 271,917  |                | A    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 15       | 764123,2 | 9862355,488 | 34,417   |                | E    | 0,00  |
| COMERCIAL SIN        | 16       | 764123,2 | 9862355,488 | 240,083  |                | B    | 0,00  |
| INDUSTRIAL ARTESANAL | 17       | 764128,1 | 9862334,155 | 309,000  |                | A    | 0,00  |
| COMERCIAL SIN        | 18       | 764125,4 | 9862317,177 | 84,333   |                | D    | 0,09  |
| RESIDENCIAL          | 19       | 764125,4 | 9862317,177 | 254,167  |                | B    | -0,06 |
| RESIDENCIAL          | 20       | 764120   | 9862347,848 | 206,000  |                | B    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 21       | 764120   | 9862347,848 | 138,417  |                | C    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 22       | 764120   | 9862347,848 | 43,833   |                | E    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 23       | 764120   | 9862347,848 | 178,583  |                | B    | 0,13  |
| RESIDENCIAL          | 24       |          |             | 144,167  |                | C    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 27       | 764113,3 | 9862296,013 | 176,917  |                | B    | 0,10  |
| COMERCIAL SIN        | 29       | 763344,9 | 9860974,45  | 156,167  |                | C    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 30       | 763634,4 | 9862019,477 | 113,000  |                | C    | 0,04  |
| COMERCIAL SIN        | 31       | 764111,4 | 9862321,285 | 29,583   |                | E    | 0,00  |
| RESIDENCIAL          | 33       | 764101,3 | 9862294,929 | 89,667   |                | D    | 0,04  |

Elaborado por: postulantes

Con el valor calculado anterior se puede determinar la cantidad de registros presentan diferencias significativas respecto al promedio original, a través del error definido como la diferencia entre el valor anterior y el nuevo dividido para el valor anterior.

**TABLA 15 CALCULO DEL TOTAL DE CLIENTES QUE SE ENCUENTRAN FUERA DE LA TOLERANCIA**

| TARIFA                | # Cuenta | POSICION  |             | PROMEDIO | PROMEDIO FINAL | TIPO    | ERROR | % ERROR | % ERROR  |
|-----------------------|----------|-----------|-------------|----------|----------------|---------|-------|---------|--|
|                       |          | X         | Y           |          |                |         |       |         |  |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 1        | 764136,11 | 9862377,342 | 161,167  |                | 218,000 | B     | 0,35    | =+CONTAR.SI(AI3:AI246278;">10%")+CONTAR.SI(AI3:AI246278;"<-10%")<br>CONTAR.SI(rango; criterio) |
| RESIDENCIAL           | 2        | 834855,26 | 9834151,346 | 199,250  |                | 206,182 | B     | 0,03    |  |
| RESIDENCIAL           | 3        | 764136,11 | 9862377,342 | 318,833  |                | 333,182 | A     | 0,05    |  |
| RESIDENCIAL           | 4        | 764136,11 | 9862377,342 | 221,083  |                | 213,000 | B     | -0,04   |  |
| RESIDENCIAL           | 5        | 764136,11 | 9862377,342 | 115,083  |                | 133,143 | C     | 0,16    |  |
| RESIDENCIAL           | 12       | 764123,22 | 9862355,488 | 163,250  |                | 163,250 | B     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 13       | 764123,22 | 9862355,488 | 5,818    |                | 5,818   | E     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 14       | 764123,22 | 9862355,488 | 271,917  |                | 271,917 | A     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 15       | 764123,22 | 9862355,488 | 34,417   |                | 34,417  | E     | 0,00    |  |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 16       | 764123,22 | 9862355,488 | 240,083  |                | 240,083 | B     | 0,00    |  |
| INDUSTRIAL ARTESANAL  | 17       | 764128,11 | 9862334,155 | 309,000  |                | 309,000 | A     | 0,00    |  |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 18       | 764125,44 | 9862317,177 | 84,333   |                | 92,111  | D     | 0,09    |  |
| RESIDENCIAL           | 19       | 764125,44 | 9862317,177 | 254,167  |                | 239,200 | B     | -0,06   |  |
| RESIDENCIAL           | 20       | 764120,01 | 9862347,848 | 206,000  |                | 206,000 | B     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 21       | 764120,01 | 9862347,848 | 138,417  |                | 138,100 | C     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 22       | 764120,01 | 9862347,848 | 43,833   |                | 43,833  | E     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 23       | 764120,01 | 9862347,848 | 178,583  |                | 201,100 | B     | 0,13    |  |
| RESIDENCIAL           | 24       |           |             | 144,167  |                | 144,167 | C     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 27       | 764113,28 | 9862296,013 | 176,917  |                | 194,333 | B     | 0,10    |  |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 29       | 763344,91 | 9860974,45  | 156,167  |                | 156,167 | C     | 0,00    |  |
| RESIDENCIAL           | 30       | 763634,36 | 9862019,477 | 113,000  |                | 117,500 | C     | 0,04    |  |

Elaborado por: postulantes

Se determina una tolerancia permisible para este error calculado, de manera que se pueda minimizar este error y se calcula el total de clientes que salen de esta tolerancia y se tiene que determinar el porcentaje de estos errores respecto al total de registros.

**TABLA 16 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE E ERRORES CON RESPECTO AL TOTAL DE REGISTROS**

| TARIFA                | # Cuenta | POSICION  |             | PROMEDIO | PROMEDIO FINAL | TIPO    | ERROR | % ERROR | % ERROR CON RESPECTO AL TOTAL                               |
|-----------------------|----------|-----------|-------------|----------|----------------|---------|-------|---------|---|
|                       |          | X         | Y           |          |                |         |       |         |   |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 1        | 764136,11 | 9862377,342 | 161,167  |                | 218,000 | B     | 0,35    | =+A13/CONTAR(AI3:AI246278)<br>CONTAR(valor1; [valor2]; ...) |
| RESIDENCIAL           | 2        | 834855,26 | 9834151,346 | 199,250  |                | 206,182 | B     | 0,03    |   |
| RESIDENCIAL           | 3        | 764136,11 | 9862377,342 | 318,833  |                | 333,182 | A     | 0,05    |   |
| RESIDENCIAL           | 4        | 764136,11 | 9862377,342 | 221,083  |                | 213,000 | B     | -0,04   |   |
| RESIDENCIAL           | 5        | 764136,11 | 9862377,342 | 115,083  |                | 133,143 | C     | 0,16    |   |
| RESIDENCIAL           | 12       | 764123,22 | 9862355,488 | 163,250  |                | 163,250 | B     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 13       | 764123,22 | 9862355,488 | 5,818    |                | 5,818   | E     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 14       | 764123,22 | 9862355,488 | 271,917  |                | 271,917 | A     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 15       | 764123,22 | 9862355,488 | 34,417   |                | 34,417  | E     | 0,00    |   |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 16       | 764123,22 | 9862355,488 | 240,083  |                | 240,083 | B     | 0,00    |   |
| INDUSTRIAL ARTESANAL  | 17       | 764128,11 | 9862334,155 | 309,000  |                | 309,000 | A     | 0,00    |   |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 18       | 764125,44 | 9862317,177 | 84,333   |                | 92,111  | D     | 0,09    |   |
| RESIDENCIAL           | 19       | 764125,44 | 9862317,177 | 254,167  |                | 239,200 | B     | -0,06   |   |
| RESIDENCIAL           | 20       | 764120,01 | 9862347,848 | 206,000  |                | 206,000 | B     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 21       | 764120,01 | 9862347,848 | 138,417  |                | 138,100 | C     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 22       | 764120,01 | 9862347,848 | 43,833   |                | 43,833  | E     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 23       | 764120,01 | 9862347,848 | 178,583  |                | 201,100 | B     | 0,13    |   |
| RESIDENCIAL           | 24       |           |             | 144,167  |                | 144,167 | C     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 27       | 764113,28 | 9862296,013 | 176,917  |                | 194,333 | B     | 0,10    |   |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 29       | 763344,91 | 9860974,45  | 156,167  |                | 156,167 | C     | 0,00    |   |
| RESIDENCIAL           | 30       | 763634,36 | 9862019,477 | 113,000  |                | 117,500 | C     | 0,04    |   |

Elaborado por: postulantes

**10.9 Realizar un proceso entre el promedio de consumos total y el promedio de consumos sin considerar valores máximos y mínimos para cada estrato, para minimizar el error o la cantidad de registros que salen de la Tolerancia Definida.**

Para realizar el proceso iterativo de minimización del error de cálculo se utiliza la técnica simple de variación de datos del promedio con todos los valores sobre el que se realiza el cálculo, mediante los siguientes pasos:

1. Copiar los datos del nuevo promedio

**TABLA 17 COPIA DE LOS DATOS DEL NUEVO PROMEDIO**

| TARIFA                | # Cuenta | POSICION  |             | PROMEDIO | PROMEDIO FINAL |   | % ERROR |
|-----------------------|----------|-----------|-------------|----------|----------------|---|---------|
|                       |          | X         | Y           |          |                |   |         |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 1        | 764136,11 | 9862377,342 | 161,167  |                |   | 0,35    |
| RESIDENCIAL           | 2        | 834855,26 | 9834151,346 | 199,250  |                |   | 0,03    |
| RESIDENCIAL           | 3        | 764136,11 | 9862377,342 | 318,833  |                |   | 0,05    |
| RESIDENCIAL           | 4        | 764136,11 | 9862377,342 | 221,083  |                |   | -0,04   |
| RESIDENCIAL           | 5        | 764136,11 | 9862377,342 | 115,083  |                |   | 0,16    |
| RESIDENCIAL           | 12       | 764123,22 | 9862355,488 | 163,250  |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 13       | 764123,22 | 9862355,488 | 5,818    |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 14       | 764123,22 | 9862355,488 | 271,917  |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 15       | 764123,22 | 9862355,488 | 34,417   |                |   | 0,00    |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 16       | 764123,22 | 9862355,488 | 240,083  |                |   | 0,00    |
| INDUSTRIAL ARTESANAL  | 17       | 764128,11 | 9862334,155 | 309,000  |                |   | 0,00    |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 18       | 764125,44 | 9862317,177 | 84,333   |                |   | 0,09    |
| RESIDENCIAL           | 19       | 764125,44 | 9862317,177 | 254,167  |                |   | -0,06   |
| RESIDENCIAL           | 20       | 764120,01 | 9862347,848 | 206,000  |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 21       | 764120,01 | 9862347,848 | 138,417  |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 22       | 764120,01 | 9862347,848 | 43,833   |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 23       | 764120,01 | 9862347,848 | 178,583  |                |   | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 24       |           |             | 144,167  | 144,167        | C | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 27       | 764113,28 | 9862296,013 | 176,917  | 194,333        | B | 0,10    |
| COMERCIAL SIN DEMANDA | 29       | 763344,91 | 9860974,45  | 156,167  | 156,167        | C | 0,00    |
| RESIDENCIAL           | 30       | 763634,36 | 9862019,477 | 113,000  | 117,500        | C | 0,04    |

Elaborado por: postulantes

2. Pegar los datos en la columna sobre la que se realiza el cálculo de los datos.
3. Realizar este procedimiento de forma iterativa hasta minimizar el error; ya será hasta cumplir con un porcentaje de errores inferior a un valor permisible <1%, o hasta que la técnica iterativa comience a oscilar alrededor de un mínimo



TABLA 18 DETERMINACIÓN DEL ERROR INFERIOR A UN VALOR PERMISIBLE &lt;1%

| TIPO | TARIFA                 | # Cuenta | POSICION |             | PROMEDIO | PROMEDIO FINAL | TIPO | ERROR | % ERROR | % ERROR CON RESPECTO AL TOTAL |
|------|------------------------|----------|----------|-------------|----------|----------------|------|-------|---------|-------------------------------|
|      |                        |          | X        | Y           |          |                |      |       |         |                               |
| B    | SIN DEMANDA            | 1        | 764136,1 | 9862377,342 | 218,000  | 218,000        | B    | 0,00  | 1587,00 | 0,01                          |
| B    | RESIDENCIAL            | 2        | 834855,3 | 9834151,346 | 206,182  | 206,182        | B    | 0,00  |         |                               |
| A    | RESIDENCIAL            | 3        | 764136,1 | 9862377,342 | 333,182  | 333,182        | A    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 4        | 764136,1 | 9862377,342 | 213,000  | 213,000        | B    | 0,00  |         |                               |
| C    | RESIDENCIAL            | 5        | 764136,1 | 9862377,342 | 133,143  | 133,143        | C    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 12       | 764123,2 | 9862355,488 | 163,250  | 163,250        | B    | 0,00  |         |                               |
| E    | RESIDENCIAL            | 13       | 764123,2 | 9862355,488 | 5,818    | 5,818          | E    | 0,00  |         |                               |
| A    | RESIDENCIAL            | 14       | 764123,2 | 9862355,488 | 271,917  | 271,917        | A    | 0,00  |         |                               |
| E    | RESIDENCIAL            | 15       | 764123,2 | 9862355,488 | 34,417   | 34,417         | E    | 0,00  |         |                               |
| B    | COMERCIAL SIN          | 16       | 764123,2 | 9862355,488 | 240,083  | 240,083        | B    | 0,00  |         |                               |
| A    | INDUSTRIAL ARTESANAL   | 17       | 764128,1 | 9862334,155 | 309,000  | 309,000        | A    | 0,00  |         |                               |
| D    | COMERCIAL SIN          | 18       | 764125,4 | 9862317,177 | 92,111   | 92,111         | D    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 19       | 764125,4 | 9862317,177 | 239,200  | 239,200        | B    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 20       | 764120   | 9862347,848 | 206,000  | 206,000        | B    | 0,00  |         |                               |
| C    | RESIDENCIAL            | 21       | 764120   | 9862347,848 | 138,100  | 138,100        | C    | 0,00  |         |                               |
| E    | RESIDENCIAL            | 22       | 764120   | 9862347,848 | 43,833   | 43,833         | E    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 23       | 764120   | 9862347,848 | 201,100  | 201,100        | B    | 0,00  |         |                               |
| C    | RESIDENCIAL            | 24       |          |             | 144,167  | 144,167        | C    | 0,00  |         |                               |
| B    | RESIDENCIAL            | 27       | 764113,3 | 9862296,013 | 194,333  | 194,333        | B    | 0,00  |         |                               |
| C    | COMERCIAL SIN          | 29       | 763344,9 | 9860974,45  | 156,167  | 156,167        | C    | 0,00  |         |                               |
| C    | RESIDENCIAL            | 30       | 763634,4 | 9862019,477 | 117,500  | 117,500        | C    | 0,00  |         |                               |
| E    | COMERCIAL SIN          | 31       | 764111,4 | 9862321,285 | 29,583   | 29,583         | E    | 0,00  |         |                               |
| D    | RESIDENCIAL            | 33       | 764101,3 | 9862294,929 | 93,700   | 93,700         | D    | 0,00  |         |                               |
| C    | RESIDENCIAL - PROGRAMA | 34       | 764101,3 | 9862294,929 | 140,500  | 140,500        | C    | 0,00  |         |                               |
| C    | COMERCIAL SIN          | 35       | 764103,5 | 9862265,331 | 154,750  | 154,750        | C    | 0,00  |         |                               |
| D    | RESIDENCIAL            | 36       | 764681,5 | 9863902,718 | 102,182  | 102,182        | D    | 0,00  |         |                               |

Elaborado por: postulantes

4. Eliminar registros cuyo promedio excede el consumo máximo permitido por estrato de consumo para esto se tienen que eliminar los datos de consumo promedio por cliente que sean superior al máximo permitido para el estrato al que pertenecen y de esta manera proceder con el cálculo consumo promedio de los clientes Residenciales y Comerciales para cada ruta de lectura.

**TABLA 19 ELIMINACIÓN DE LOS REGISTROS CUYO PROMEDIO EXCEDEN EL MÁXIMO PERMITIDO POR ESTRATO DE CONSUMO**

| =SI(PROMEDIO(U3:AF3)>CONSULTA(V(T3;\$AN\$4;\$AU\$9;8;FALSO));"";SI(ESERROR(PROMEDIO(U3:AF3));"";PROMEDIO(U3:AF3))) |    |     |     |  |         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |  |   |
|--|----|-----|-----|--|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|--|---|
| O  | P  | Q   | R   | S  | T       | U   | V   | W   | X   | Y   | Z   | AA  | AB  | AC  | AD  | AE  | AF  | AG             | AH   |   |
| 2015   |    |     |     | CONSUMOS ELIMINANDO VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE ACUERDO A ESTRATO |         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |  |   |
| SET  | OG | NOV | DIC | PROMEDIO   | CLIENTE | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | PROMEDIO FINAL | TIPO   |   |
| 236  | ## | 217 | 219 | 218,000  | B       |     |     |     |     |     |     | 242 | 234 | 164 | 236 | 214 | 217 | 219            | =SI(PROMEDIO(U3:AF3)>CONSULTA(V(T3;\$AN\$4;\$AU\$9;8;FALSO));"";SI(ESERROR(PROMEDIO(U3:AF3));"";PROMEDIO(U3:AF3))) | B |
| 240  | ## | 243 | 222 | 206,182  | B       |     | 174 | 178 | 196 | 169 | 196 | 211 | 212 | 240 | 227 | 243 | 222 |                | 206,182  | B |
| 425  | ## | 346 | 161 | 333,182  | A       | 226 | 331 | 286 | 295 | 333 | 437 | 343 | 289 | 425 | 354 | 346 |     |                | 333,182  | A |
| 285  | ## | 234 | 151 | 213,000  | B       | 165 | 208 | 184 | 234 | 236 |     | 204 | 189 | 285 | 253 | 234 | 151 |                | 213,000  | B |
| 134  | ## | 88  | 1   | 133,143  | C       |     |     | 162 |     | 124 | 120 | 131 | 129 | 134 | 132 |     |     |                | 133,143  | C |
| 175  | ## | 181 | 145 | 163,250  | B       | 150 | 156 | 168 | 195 | 151 | 149 | 175 | 157 | 175 | 157 | 181 | 145 |                | 163,250  | B |
| 5  | 5  | 5   | 6   | 5,818  | E       | 7   | 6   |     | 8   | 5   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   | 6   |                | 5,818  | E |
| 275  | ## | 305 | 241 | 271,917  | A       | 251 | 277 | 290 | 344 | 280 | 266 | 252 | 234 | 275 | 248 | 305 | 241 |                | 271,917  | A |
| 45   | 35 | 39  | 33  | 34,417   | E       | 32  | 30  | 34  | 37  | 32  | 31  | 33  | 32  | 45  | 35  | 39  | 33  |                | 34,417   | E |
| 263  | ## | 250 | 228 | 240,083  | B       | 207 | 237 | 259 | 285 | 238 | 201 | 252 | 222 | 263 | 239 | 250 | 228 |                | 240,083  | B |
| 338  | ## | 352 | 283 | 309,000  | A       | 276 | 331 | 320 | 268 | 255 | 372 | 321 | 285 | 338 | 307 | 352 | 283 |                | 309,000  | A |
| 98   | 72 | 68  | 43  | 92,111   | D       | 79  | 96  | 85  | 106 | 97  | 109 | 81  | 78  | 98  |     |     |     |                | 92,111   | D |
| 262  | ## | 247 | 193 | 239,200  | B       |     | 306 | 235 | 227 | 231 | 272 | 208 |     | 262 | 211 | 247 | 193 |                | 239,200  | B |
| 218  | ## | 241 | 187 | 206,000  | B       | 207 | 222 | 242 | 211 | 183 | 221 | 190 | 168 | 218 | 182 | 241 | 187 |                | 206,000  | B |
| 141  | ## | 111 | 135 | 138,100  | C       | 148 | 142 | 154 | 153 | 139 |     | 141 |     | 141 | 117 | 111 | 135 |                | 138,100  | C |
| 46   | 55 | 57  | 31  | 43,833   | E       | 30  | 43  | 51  | 52  | 42  | 53  | 32  | 34  | 46  | 55  | 57  | 31  |                | 43,833   | E |
| 271  | ## | 176 | 307 | 201,100  | B       | 161 | 166 | 231 | 191 | 159 | 176 |     |     | 271 | 173 | 176 | 307 |                | 201,100  | B |
| 153  | ## | 149 | 133 | 144,167  | C       | 127 | 135 | 114 | 126 | 116 | 170 | 171 | 168 | 153 | 168 | 149 | 133 |                | 144,167  | C |
| 200  | ## | 198 | 157 | 194,333  | B       | 212 | 191 |     |     |     | 221 | 209 | 166 | 200 | 195 | 198 | 157 |                | 194,333  | B |
| 152  | ## | 162 | 142 | 156,167  | C       | 159 | 172 | 148 | 160 | 161 | 168 | 142 | 159 | 152 | 149 | 162 | 142 |                | 156,167  | C |
| 126  | ## | 133 | 86  | 117,500  | C       | 120 | 116 |     | 102 | 111 | 103 | 112 | 150 | 126 | 102 | 133 |     |                | 117,500  | C |
| 30   | 28 | 30  | 26  | 29,583   | E       | 29  | 29  | 32  | 29  | 26  | 36  | 31  | 29  | 30  | 28  | 30  | 26  |                | 29,583   | E |
| 106  | 88 | 94  | 69  | 93,700   | D       | 91  | 99  | 82  | 83  |     | 99  | 100 | 95  | 106 | 88  | 94  |     |                | 93,700   | D |

Elaborado por: postulantes

5. Con el valor del promedio de la última iteración se realiza una tabla dinámica para obtener los consumos promedio por ruta de lectura, que incluya los clientes comerciales y residenciales.

Esta tabla dinámica deberá tener el siguiente esquema:

- FILTRO DEL INFORME: Tipo de Cliente, filtrado para Clientes Residenciales y Comerciales
- ETIQUETA DE LA FILA: Ruta de Lectura
- VALORES: Los valores de los promedios por clientes de la última iteración; con el campo de la tabla dinámica configurado como promedios como se muestra en la Tabla 19.

TABLA 20 TABLA DINÁMICA

| NUMERO | SUMINISTRO | POINT_X | POINT_Y     | RTA     | TIPO                  | PROM_RES_COM | CLI_RUT | CLI_ORIG |
|--------|------------|---------|-------------|---------|-----------------------|--------------|---------|----------|
| 1      | 1          | 764.136 | 9862377,342 | 1 1 1   | COMERCIAL SIN DEMANDA | 133,8842397  | C       | B        |
| 2      | 2          | 834.855 | 9834151,346 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 3      | 3          | 764.136 | 9862377,342 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | A        |
| 4      | 4          | 764.136 | 9862377,342 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 5      | 5          | 764.136 | 9862377,342 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | C        |
| 6      | 12         | 764.123 | 9862355,488 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 7      | 13         | 764.123 | 9862355,488 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | E        |
| 8      | 14         | 764.123 | 9862355,488 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | A        |
| 9      | 15         | 764.123 | 9862355,488 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | E        |
| 10     | 16         | 764.123 | 9862355,488 | 1 1 1   | COMERCIAL SIN DEMANDA | 133,8842397  | C       | B        |
| 12     | 18         | 764.125 | 9862317,177 | 1 1 1   | COMERCIAL SIN DEMANDA | 133,8842397  | C       | D        |
| 13     | 19         | 764.125 | 9862317,177 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 14     | 20         | 764.120 | 9862347,848 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 15     | 21         | 764.120 | 9862347,848 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | C        |
| 16     | 22         | 764.120 | 9862347,848 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | E        |
| 17     | 23         | 764.120 | 9862347,848 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 19     | 27         | 764.113 | 9862296,013 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 20     | 29         | 763.345 | 9860974,45  | 2 22 5  | COMERCIAL SIN DEMANDA | 132,3210821  | C       | C        |
| 21     | 30         | 763.634 | 9862019,477 | 2 25 1  | RESIDENCIAL           | 121,9809387  | C       | C        |
| 22     | 31         | 764.111 | 9862321,285 | 1 1 1   | COMERCIAL SIN DEMANDA | 133,8842397  | C       | E        |
| 24     | 33         | 764.101 | 9862294,929 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | D        |
| 26     | 35         | 764.104 | 9862265,331 | 1 12 1  | COMERCIAL SIN DEMANDA | 139,5217136  | C       | C        |
| 27     | 36         | 764.681 | 9863902,718 | 3 28 3  | RESIDENCIAL           | 134,5405605  | C       | D        |
| 28     | 37         | 764.097 | 9862292,284 | 1 1 1   | COMERCIAL SIN DEMANDA | 133,8842397  | C       | A        |
| 29     | 38         | 764.097 | 9862292,284 | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |
| 30     | 39         | 762.748 | 9860707,782 | 3 32 6  | RESIDENCIAL           | 145,2680318  | C       | C        |
| 31     | 40         | 763.676 | 9860190,318 | 3 57 13 | RESIDENCIAL           | 120,6067357  | C       | C        |
| 32     | 41         | 764.091 | 9862276,46  | 1 1 1   | RESIDENCIAL           | 133,8842397  | C       | B        |

Elaborado por: postulantes

Una vez llegado a un margen de error admisible culminaremos que se han encontrado nuevos valores máximos y mínimos permitidos para cada estrato de consumo. En la tabla 20 se muestra los valores mencionados.

TABLA 21 ESTRATOS DE CONSUMO CON SUS RESPECTIVOS LÍMITES

| ESTRATOS | MIN | MAX | ESPERANZA | DES_EST- | %DESV | MAX_PERM | MIN_PERM |
|----------|-----|-----|-----------|----------|-------|----------|----------|
| E        | 10  | 80  | 40,812    | 24,46    | 0,60  | 127,95   | 4,01     |
| D        | 81  | 110 | 94,987    | 8,776    | 0,09  | 120,16   | 73,52    |
| C        | 111 | 160 | 133,244   | 14,423   | 0,11  | 177,32   | 98,99    |
| B        | 161 | 270 | 204,434   | 30,220   | 0,15  | 309,91   | 137,20   |
| A        | 270 | 500 | 348,696   | 61,207   | 0,18  | 587,77   | 222,61   |

Elaborado por: postulantes

## 10.10 ZONIFICACIÓN GEOREFERENCIADA EN ARCGIS

Para la zonificación georeferencia es necesaria la información obtenida en la tabla dinámica Generar archivo .xls con los datos de suministro o código único, ubicación geográfica (x,y), tipo de cliente, ruta de lectura y promedio por ruta de lectura o Estrato de consumo de la ruta de lectura. Se asigna el valor del consumo promedio por ruta de lectura a cada uno de los clientes

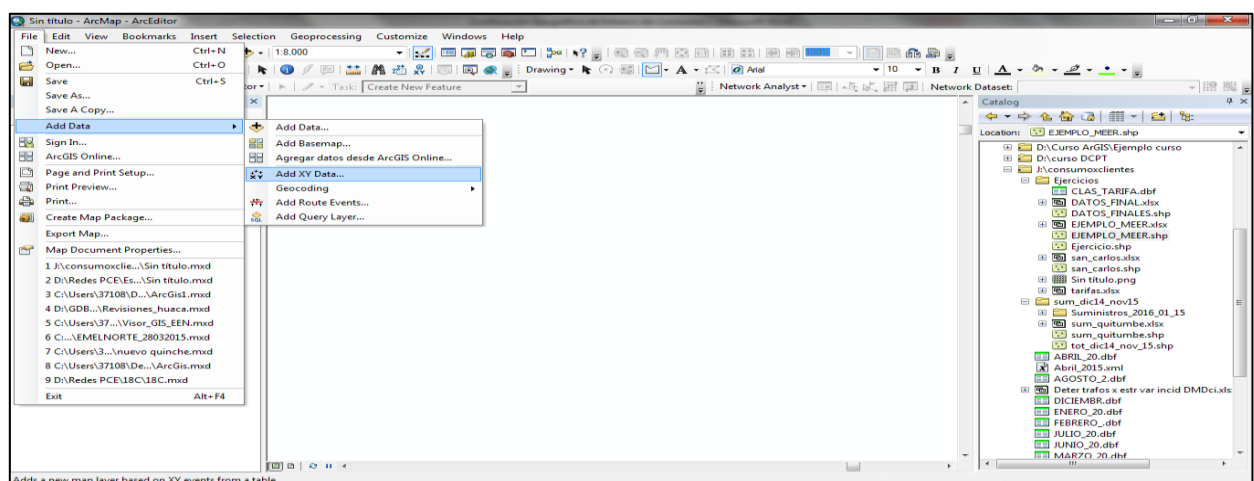
Se creará un nuevo archivo con una tabla de los clientes que contenga la siguiente información

- Suministro o Código de cliente
- Coordenada X
- Coordenada Y
- Ruta de lectura
- Tipo de Clientes
- Consumo promedio por ruta de lectura

### 10.10.1 Adicionar la Data de Este Archivo al Sistema Arcgis

Con la herramienta Add X,Y Data de ArcGIS se ingresará este último archivo de datos al sistema geográfico asignando los valores de coordenadas (x, y) de la Tabla dinámica en la Data Base

GRAFICO 9 PANTALLA PRINCIPAL SISTEMA ARCGIS



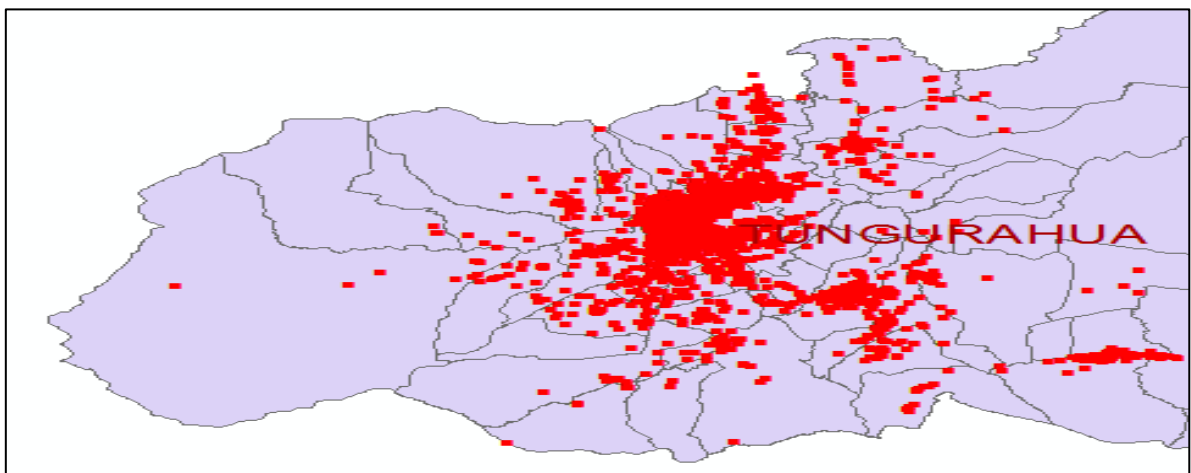
Elaborado por: postulantes

Asegurarse que el sistema de coordenadas se encuentre en WGS\_1984\_UTM\_Zone\_17S, de no ser el caso seguir los: Anexos 12-13 -14

### 10.10.2 Codificar por Colores para Cada Estrato de Consumo.

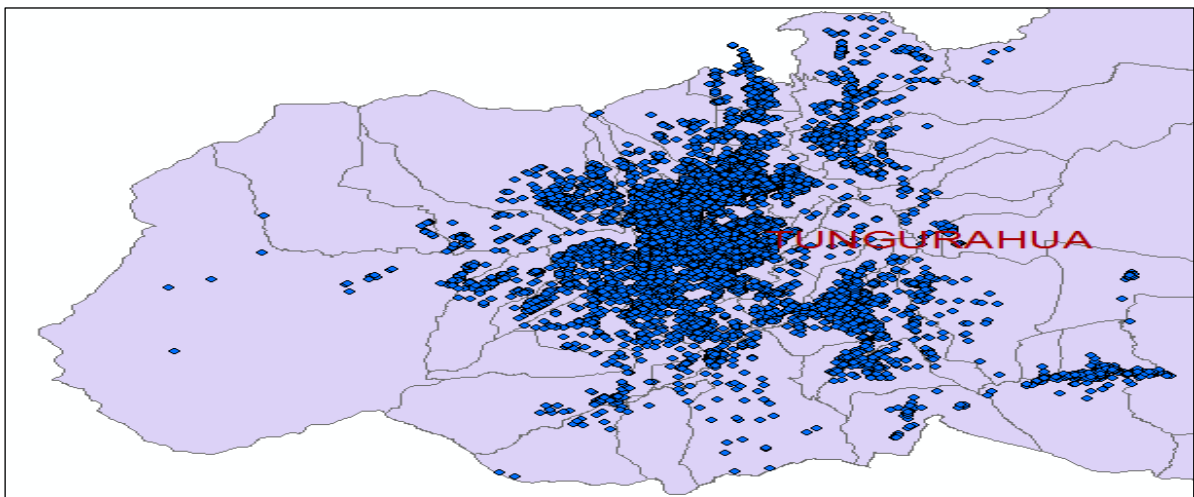
Antes de empezar a trabajar con los datos cargados en Arcgis, se debe exportar los mismos a formato Shape para de esta manera poder asignar un color que diferencie a cada estrato de consumo dentro del Programa Informático Arcgis.

GRAFICO 10 CLIENTES ESTRATO “A”



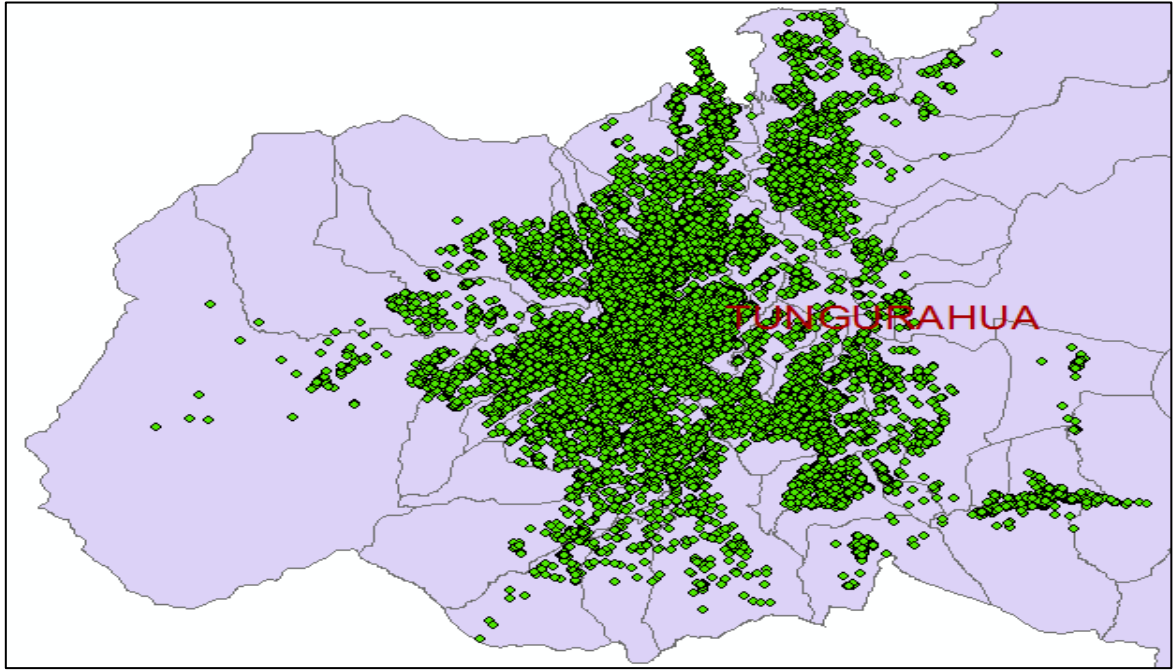
Elaborado por: postulantes

GRAFICO 11 CLIENTES ESTRATO “B”



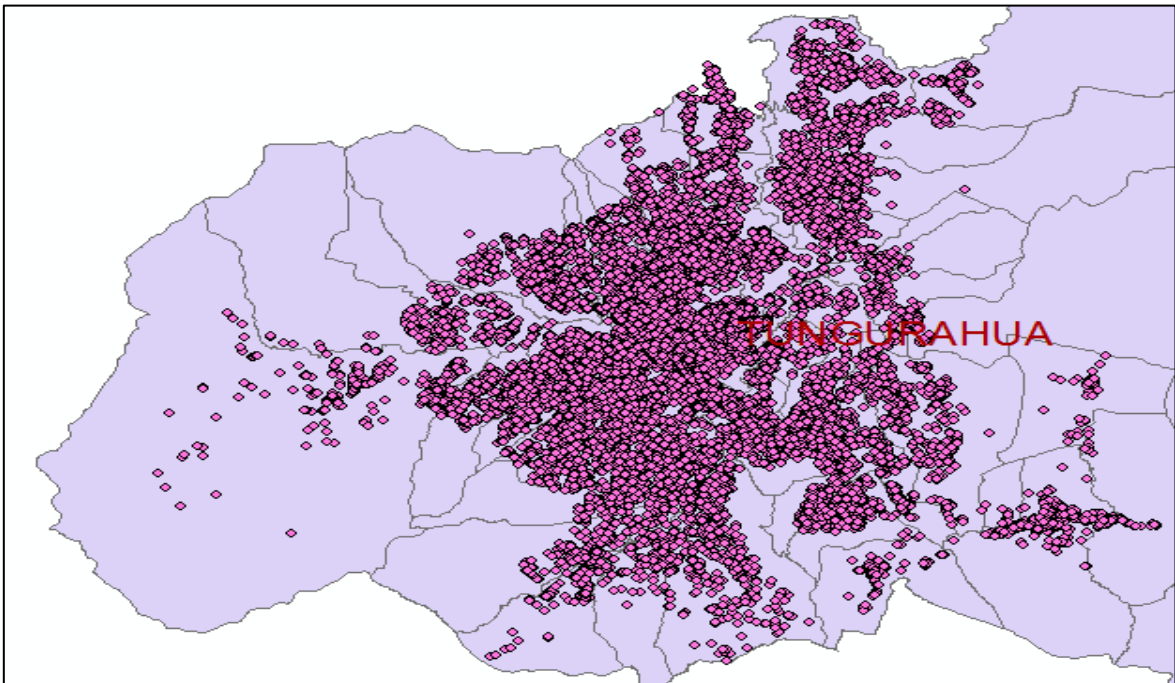
Elaborado por: postulantes

GRAFICO 12 CLIENTES ESTRATO "C"



Elaborado por: postulantes

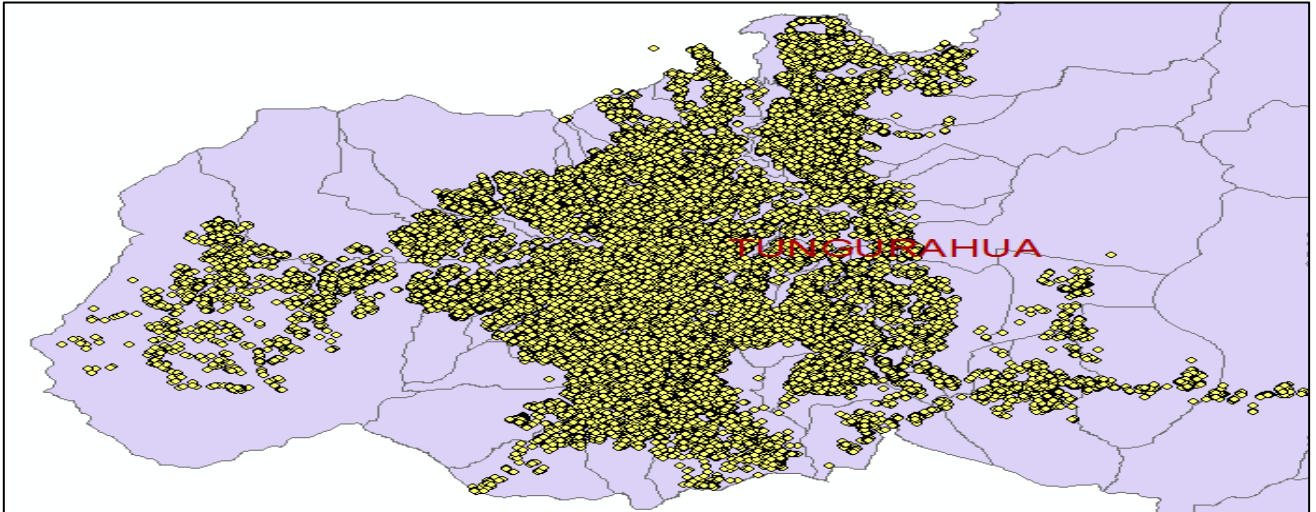
GRAFICO 13 CLIENTES ESTRATO "D"



Elaborado por: postulantes

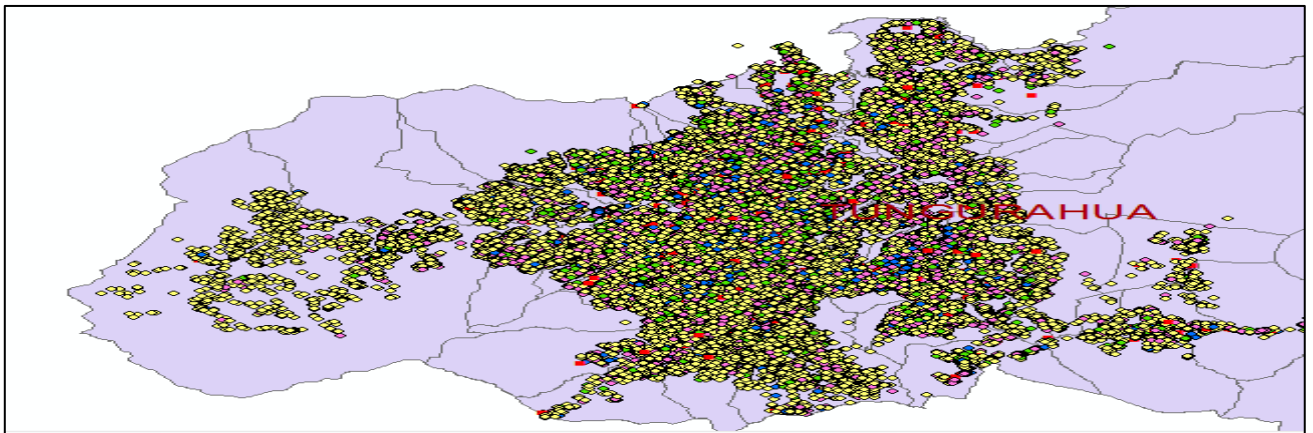


GRAFICO 14 CLIENTES ESTRATO “E”



Elaborado por: postulantes

GRAFICO 15 CLIENTES ESTRATO “A-B-C-D-E”

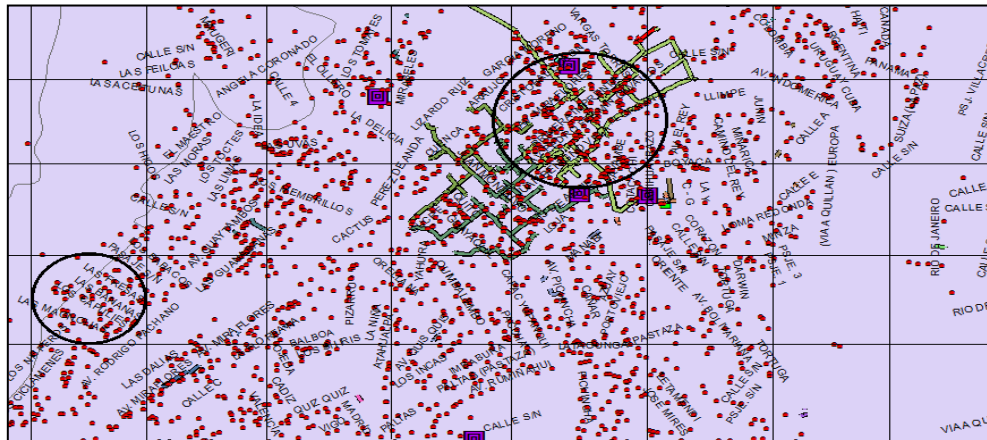


Elaborado por: postulantes

### 10.10.3 Construcción de polígonos de demanda.

Para la construcción de los polígonos de demanda es necesario considerar del estrato más alto al más bajo por esta razón se inicia el proceso con el estrato “A” y es necesario el acercase progresivamente hasta ver la mayor concentración además de ser necesaria uso de una cuadrícula, cada cuadro representa 600m x 600 m; y en esta se identifica la mayor concentración como se observa en el ANEXO 6

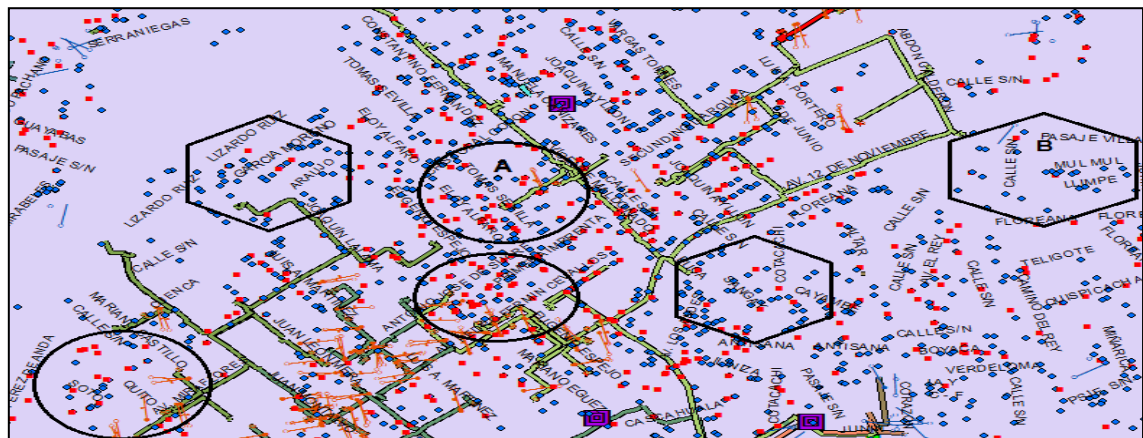
GRAFICO 16 VISUALIZACIÓN MAYOR CONCENTRACIÓN DE CLIENTES



Elaborado por: postulantes

Y se procede a separar el sector de la cual se tomaran las micro áreas y se compara con el estrato de a continuación, que es el estrato B. Y se verifica cuales aéreas tienen predominancia del y se asigna al Estrato A (circulo) y al estrato B (hexagono)

GRAFICO 17 GRAFICACIÓN DE POLÍGONOS CATEGORÍAS A Y B



Elaborado por: postulantes

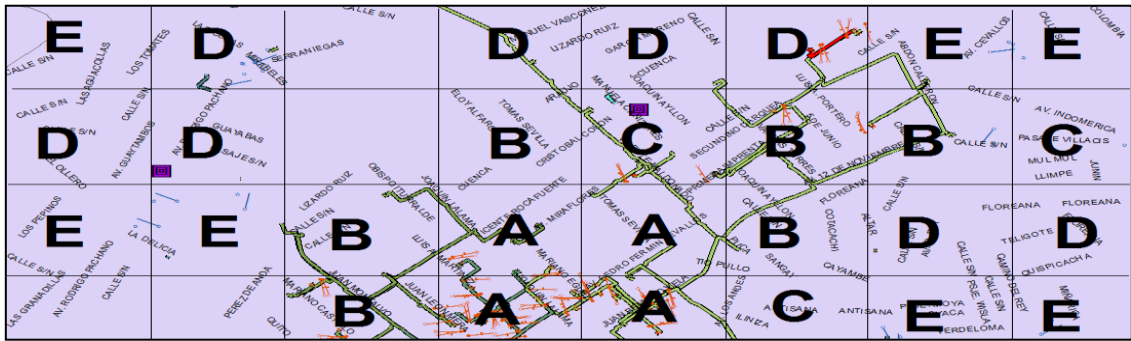
Puesto que el dimensionamiento considera las demandas por consumos más representativos ya en los polígono se excluyen los estrato C, D, E. De las áreas fuera de los polígonos se compara predominancia con el estrato C.

Luego es necesaria la verificación de predominancia del estrato C, con el Estrato D y finalmente es



necesaria la verificación de la predominancia del estrato D, con el Estrato E, para de esta manera culminar con la división en cuadrículas de 300 metros y tenemos las micro áreas por tipo o clase de usuario

GRAFICO 18 MICRO ÁREAS POR TIPO DE CLIENTE



Elaborado por: postulantes

El concepto de 300 metros \* 300 metros, por cuadrícula corresponde básicamente a la dimensión aproximada de una ciudadela. (VER ANEXOS 5 y 6)

## 10.11 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

### 10.11.1 Determinación de la Demanda de Diseño.

Para el dimensionamiento de los elementos de la red y para el cómputo de la caída de voltaje, debe considerarse que a partir de cada uno de los puntos de los circuitos de alimentación, incide un número variable de consumidores, el mismo que depende de la ubicación del punto considerado en relación a la fuente y a las cargas distribuidas; puesto que, las demandas máximas unitarias no son coincidentes en el tiempo, la potencia transferida hacia la carga es, en general, menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales.

En consecuencia, la demanda a considerar para el dimensionamiento de la red en un punto dado debe ser calculada mediante la siguiente expresión para clientes residenciales:

$$\text{Ecuación 7 } DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT} + D_{ESP}}{1,3} + DMDCI$$

**Dónde:**

**DD:** Demanda de diseño en los bornes secundarios del transformador (kVA)

**DMD:** Demanda máxima diversificada considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general

**DAP:** Demanda de alumbrado público (kW)

**DPT:** Demanda de pérdidas técnicas resistivas (en la red secundaria, en acometidas, en contadores de energía, AP) (kW)

**FP:** Factor de potencia (0,95)

**DMDCI:** Demanda máxima diversificada para cocinas de inducción.

**DESP:** Demanda de cargas especiales (Motores eléctricos, duchas eléctricas, calentadores eléctricos y aire acondicionado, ascensores, etc.)

**10.11.2 Determinación de la demanda máxima diversificada.**

$$\text{Ecuación 8 } \text{DMD} = (\text{FactorA} \times \text{FactorB})$$

**Dónde:**

**DMD:** Demanda máxima diversificada con equipos eléctricos para uso general.

Factor A y Factor B: Variables dependientes de la metodología de REA en función del consumo y número de usuarios estratificados por escalas de consumo. (VER ANEXO 8)

TABLA 22 VARIABLES A Y B PARA N CLIENTES RESIDENCIALES POR ESTRATOS DE CONSUMO

| Clientes residenciales | DMD AXB            | DMD AXB            | DMD AXB            | DMD AXB            | DMD AXB            |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        | A                  | B                  | C                  | D                  | E                  |
| Consumo (kWh)          | 500                | 160                | 270                | 110                | 80                 |
| 1                      | 6,611              | 3,832              | 2,412              | 1,731              | 1,306              |
| 2                      | 8,594              | 4,982              | 3,135              | 2,250              | 1,698              |
| 3                      | 11,305             | 6,553              | 4,124              | 2,960              | 2,233              |
| 4                      | 13,222             | 7,664              | 4,823              | 3,462              | 2,612              |
| Más de 5 — i           | $fA_i \times fB_B$ | $fA_i \times fB_B$ | $fA_i \times fB_C$ | $fA_i \times fB_D$ | $fA_i \times fB_E$ |

Elaborado por: postulantes

### 10.11.3 Determinación demanda máxima diversificada para N cocinas de inducción.

Para determinar la demanda máxima diversificada para n cocinas de inducción se utiliza el siguiente procedimiento. (VER ANEXOS 9 y 10)

$$\text{Ecuación 9 } DMD_{(CI)} = 0.6 \times n \times fc_{(n)} \times P_{CI} \times fd$$

Dónde:

n = número de usuarios

$fc_{N_{CI}}$  = factor de coincidencia para (n cocinas de inducción)

$P_{CI}$  = Potencia nominal de la cocina de inducción PU de 4kW según el MEER

fd = factor de Demanda (80%)

### 10.11.4 Calculo de la demanda de pérdidas técnicas resistivas.

La demanda de pérdidas técnicas resistivas se calcula multiplicando la demanda máxima diversificada por el porcentaje de pérdidas técnicas del 4,7 %.

TABLA 23 PÉRDIDAS TÉCNICAS RESISTIVAS

|                      |      |
|----------------------|------|
| TRAFOS D STRIB       | 2,03 |
| NÚCLEO T/D           | 1,69 |
| RESISTIVAS T/D       | 0,34 |
| REDES SECUNDARIAS    | 1,16 |
| ACOMETIDAS           | 0,37 |
| MEDIDORES DE ENERGÍA | 0,27 |
| ALUMBRADO PÚBLICO    | 0,91 |

Fuente: determinación de demandas de transformadores (EEASA)

Elaborado por: postulantes

Para el caso de cámaras de transformación que sirven a edificios residenciales, donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdidas técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía, se considerará como el 1,0% de la demanda máxima diversificada.

### 10.11.5 Calculo de la demanda de alumbrado público.

La demanda correspondiente al alumbrado público DAP es característica de cada proyecto. Las potencias nominales de las luminarias de vapor de sodio de alta presión son 400 W, 250 W, 150 W y 100 W.

### 10.11.6 Calculo de la demanda de cargas especiales.

La demanda correspondiente a cargas especiales DESP es característica de clientes industriales y comerciales.

### 10.11.7 Demanda de diseño vs centros de transformación.

En función del número de usuarios residenciales a partir de la ecuación 7 se determina la demanda de diseño: que resulta de la suma de la demanda máxima diversificada con equipos eléctricos para uso general por cada categoría el componente de pérdidas técnicas resistivas y la demanda de alumbrado público, dividido para el factor de potencia (0,95) y considerando un porcentaje de sobrecarga de los transformadores de un 30% más la demanda de los equipos de cocción. **(VER ANEXO 8)**

**Ejemplo de cálculo: dados los siguientes Datos encontrar la demanda de Diseño**

**Datos:**

Clientes; n=10

Tipo de Cliente= C

Cargas especiales=0

Luminarias= 4 de 100W (0,4kW)

Factor de potencia=0,95

$$DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT} + D_{ESP}}{FP} + DMDCI$$

$$DD = \frac{9,164 + 0.4 + 0 + 0}{0.95} + 7.265$$

$$DD = \frac{9.564}{1,3 * 0.95} + 7.265$$

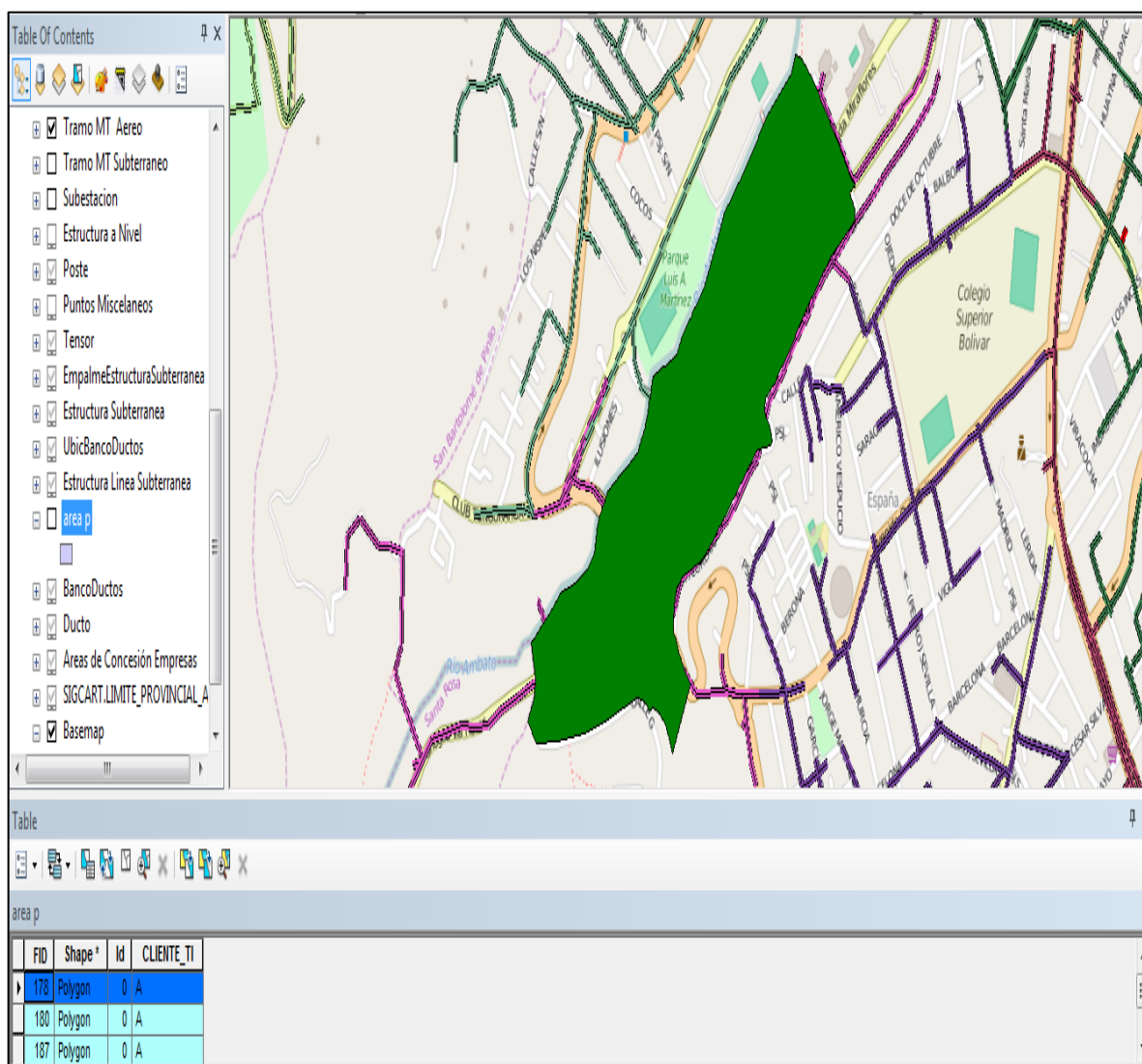
$$DD = 15.001 \text{ KVA}$$

## 11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

### 11.1 ZONAS DE CONSUMO POR CATEGORIAS

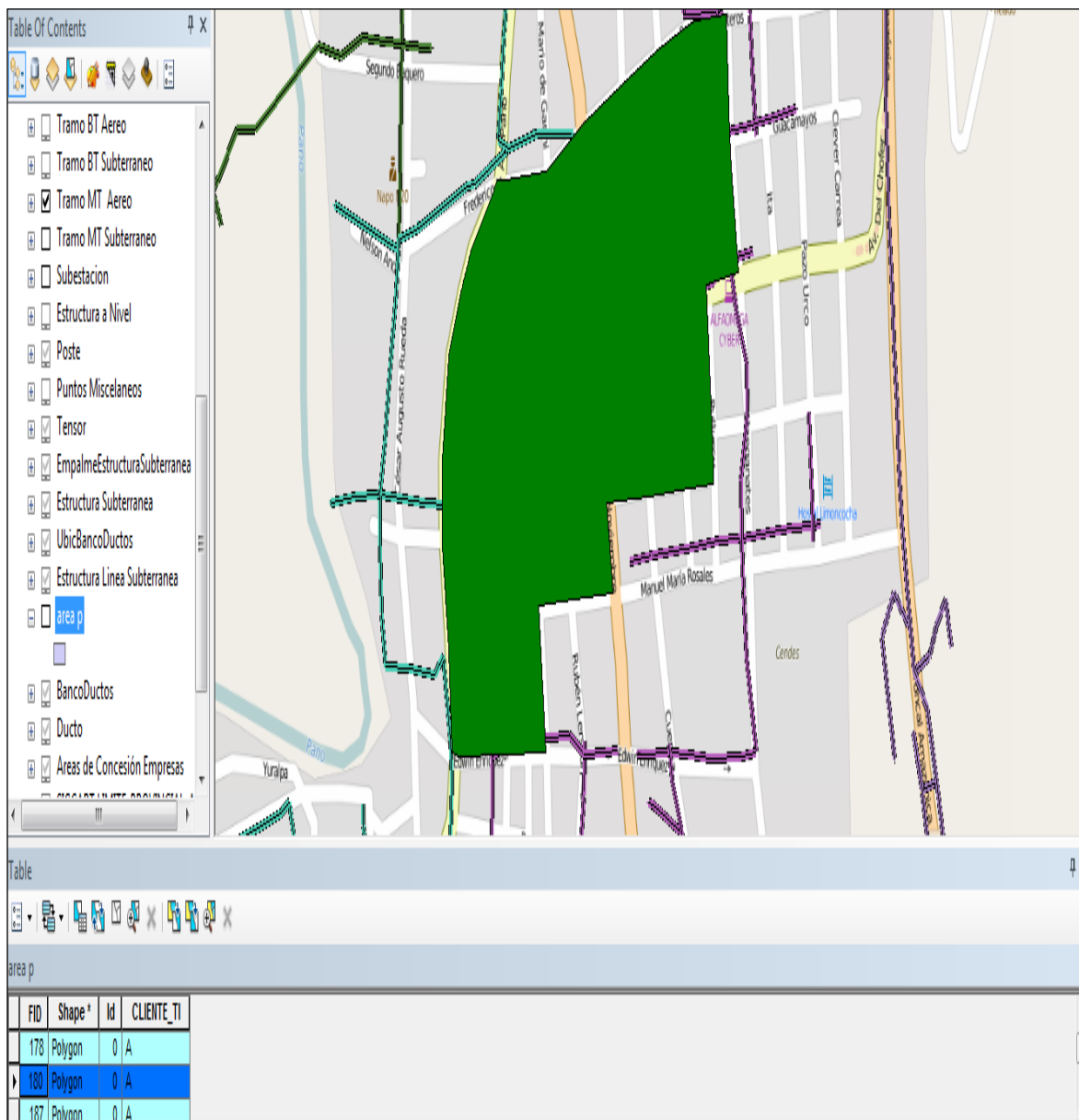
Analizados los resultados de los estratos de consumo, se pueden graficar polígonos de acuerdo con los consumos para que de esta manera se pueda determinar las zonas donde se encuentran las distintas categorías superponiendo nuestros polígonos sobre el mapa del área de concesión de la EEASA y de esta manera poder identificarlos de una manera más breve.

GRAFICO 19 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “A” SECTOR MIRAFLORES



Elaborado por: postulantes

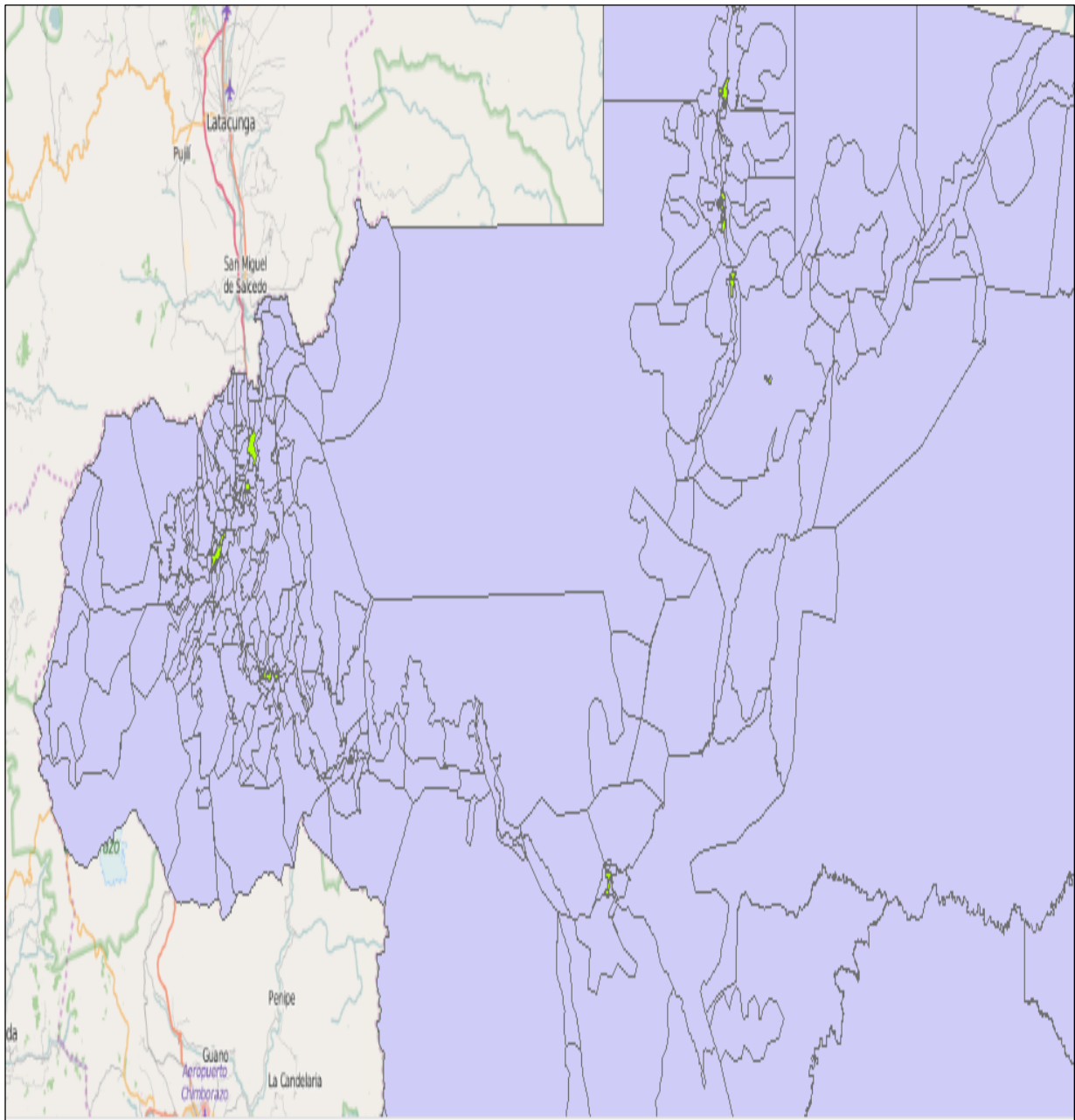
GRAFICO 20 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “A” SECTOR TERMINAL



Elaborado por: postulantes

Se puede notar que la categoría “A” únicamente tiene una influencia en 2 zonas, pero de manera mayoritaria sobre el sector de Miraflores. Siendo el sector con un consumo lo suficiente mente alto como para ser clasificado como una categoría “A” y la segunda tiene una influencia únicamente sobre el sector de la Merced (Terminal Terrestre)

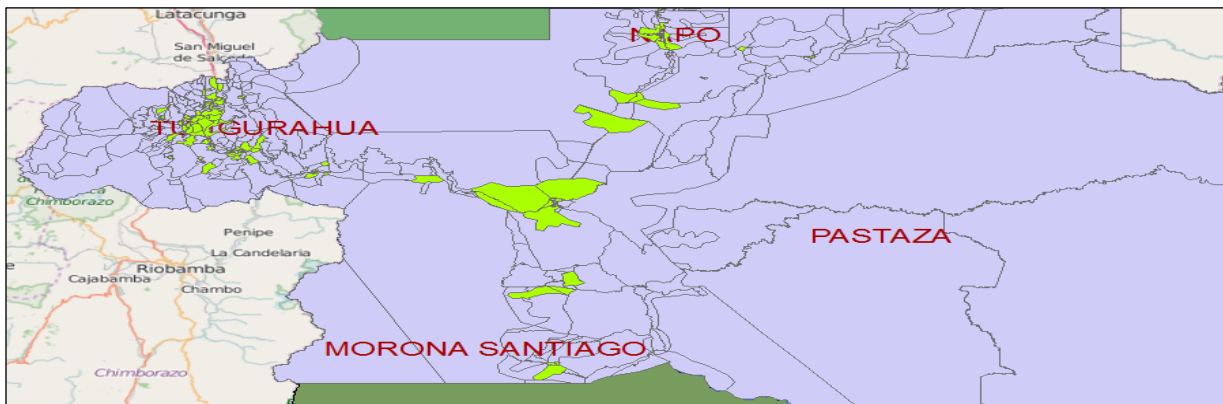
## GRAFICO 21 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “B”



Elaborado por: postulantes

La categoría “B” tiene una influencia no tan considerable sobre toda el área de concesión de la EEASA quedando exclusivamente en los sectores donde los clientes registran un comportamiento característico, siendo no una minoría los clientes con este estrato de consumo dentro del Área de concesión de la EEASA.

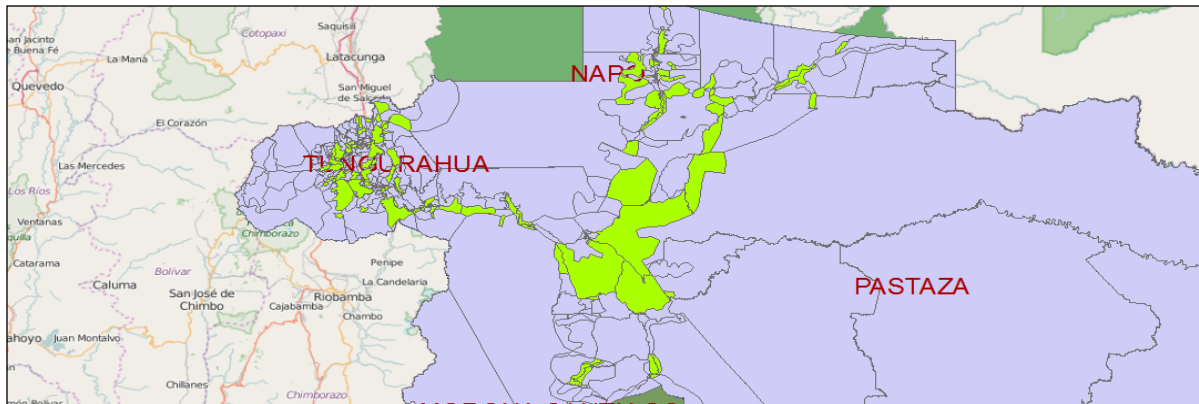
### GRAFICO 22 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “C”



Elaborado por: postulantes

La Categoría C se encuentra distribuida por toda el área de concesión de la EEASA en los sectores donde los usuarios se encuentran en una clase económica media alta, y esto les permite que posean electrodomésticos que les permita llevar una calidad de vida buena, lo que influye directamente en el consumo energético mensual.

### GRAFICO 23 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “D”

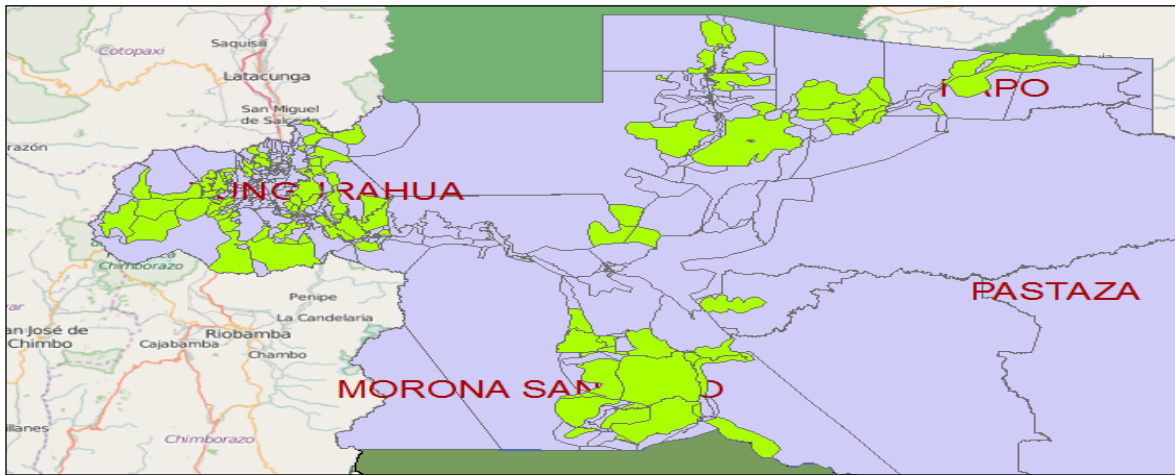


Elaborado por: postulantes

La categoría tipo D es la categoría con el mayor número de clientes en las provincias de Napo y Pastaza, pero no así en la provincia de Tungurahua, ya que la categoría “D” se encuentran en los sectores rurales lo que representa una área mayor, pero un número de clientes relativamente bajo, ya que la distribución de los mismos no es tan concentrada como en las categorías A, B o C. ocasionando que abarque una superficie mayor a estas.



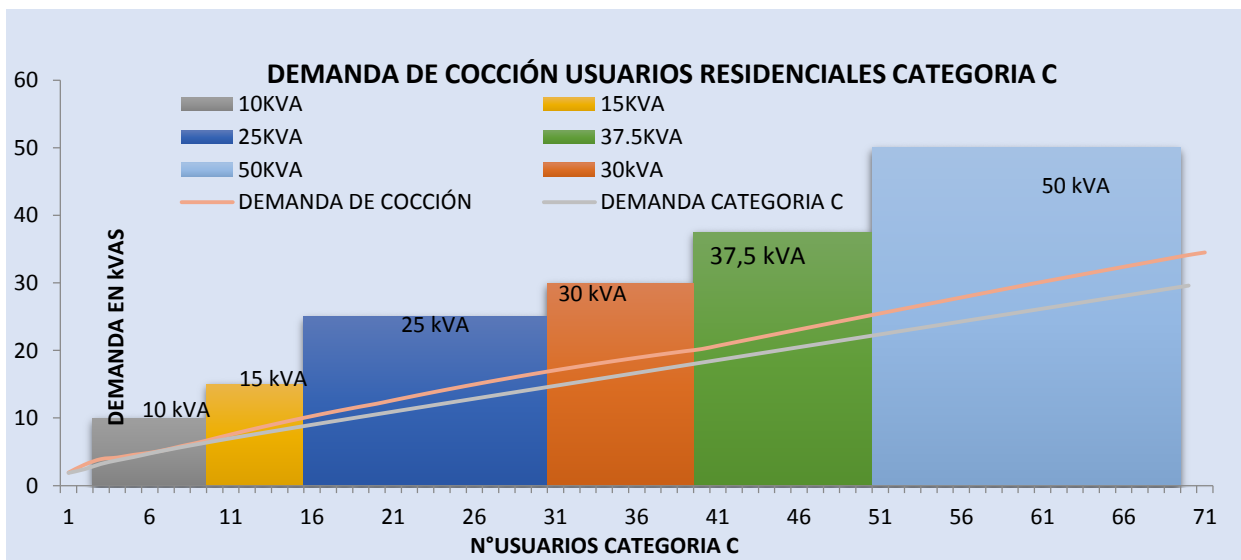
GRAFICO 24 ZONAS DE CONSUMO CATEGORIA “E”



Elaborado por: postulantes

La categoría “E” abarca la gran mayoría del área de concesión de la EEASA ya que es la categoría que comprende el menor consumo energético, pero esta marginada a las zonas rurales, y no comprenden a la parte central de ninguna de las provincias a las cuales la EEASA abastece de recurso energético.

GRAFICO 25 DEMANDA DE USUARIOS RESIDENCIALES CATEGORIA C



Elaborado por: postulantes

La demanda de Diseño está estrechamente Ligada a la demanda de cocción y La inclusión de las cocinas de inducción tendrá un impacto más significativo en los usuarios centros de

Transformación que sirvan a los usuarios de Extracto C ya que de una alguna manera en los usuarios categoría “C” no se consideran de mayor manera la Inclusión de una carga especial como lo es una cocina de Inducción ya que esta incrementa en 4Kw por cocina instalada por usuario, y los hábitos de cocción y su tendencia a adquirir todos los aparatos electrónicos para tener una calidad de vida aceptable, le aran adquirir y usar la cocina de inducción en cada oportunidad que le sea posible.(VER ANEXOS 11,12,13,14)

## 11.2 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE LA ESTRATO DE CONSUMO TIPO “C”

De todos los estratos de consumo que tiene la empresa eléctrica Ambato (EEASA), el estrato más representativo es el estrato Tipo “C”, dado se esto se realizó un diagrama de frecuencias para analizar sus comportamientos de consumo estadísticamente.

TABLA 24 DATOS REGISTRADOS DE LOS USUARIOS DE ESTRATO DE CONSUMO TIPO “C”

|               |        |
|---------------|--------|
| <b>n</b>      | 41337  |
| <b>X min.</b> | 110,08 |
| <b>X máx.</b> | 160,00 |
| <b>Rango</b>  | 49,92  |
| <b>K</b>      | 16     |
| <b>W</b>      | 3,13   |

Elaborado por: postulantes

**n**=Cantidad total de usuarios con estrato de consumo tipo “C”.

**Xmin**= consumo mínimo encontrado del total de registros.

**Xmax**=consumo máximo encontrado del total de registros.

**Rango**= Diferencia que existe ente el Xmax y el Xmin

**K**=clases

**W**=amplitud de clase

Dados los siguientes valores se procede a estructurar la tabla de frecuencias.

TABLA 25 DATOS REGISTRADOS DE LOS USUARIOS DE ESTRATO DE CONSUMO TIPO “C”

| TABLA DE FRECUENCIAS |         |        |        |      |       |        |        |
|----------------------|---------|--------|--------|------|-------|--------|--------|
| CLASE                | L inf   | L sup  | mi     | ni   | Ni    | fi     | Fi     |
| 1                    | 110,08  | 113,21 | 111,65 | 1152 | 1152  | 0,0279 | 0,0279 |
| 2                    | 113,209 | 116,33 | 114,77 | 2044 | 3196  | 0,0494 | 0,0773 |
| 3                    | 116,335 | 119,46 | 117,90 | 2768 | 5964  | 0,0670 | 0,1443 |
| 4                    | 119,460 | 122,59 | 121,02 | 3327 | 9291  | 0,0805 | 0,2248 |
| 5                    | 122,586 | 125,71 | 124,15 | 3525 | 12816 | 0,0853 | 0,3100 |
| 6                    | 125,712 | 128,84 | 127,27 | 3679 | 16495 | 0,0890 | 0,3990 |
| 7                    | 128,838 | 131,96 | 130,40 | 3676 | 20171 | 0,0889 | 0,4880 |
| 8                    | 131,963 | 135,09 | 133,53 | 3568 | 23739 | 0,0863 | 0,5743 |
| 9                    | 135,089 | 138,21 | 136,65 | 3373 | 27112 | 0,0816 | 0,6559 |
| 10                   | 138,215 | 141,34 | 139,78 | 3281 | 30393 | 0,0794 | 0,7352 |
| 11                   | 141,340 | 144,47 | 142,90 | 2926 | 33319 | 0,0708 | 0,8060 |
| 12                   | 144,466 | 147,59 | 146,03 | 2583 | 35902 | 0,0625 | 0,8685 |
| 13                   | 147,592 | 150,72 | 149,15 | 2229 | 38131 | 0,0539 | 0,9224 |
| 14                   | 150,718 | 153,84 | 152,28 | 1651 | 39782 | 0,0399 | 0,9624 |
| 15                   | 153,843 | 156,97 | 155,41 | 1015 | 40797 | 0,0246 | 0,9869 |
| 16                   | 156,969 | 160,09 | 158,53 | 540  | 41337 | 0,0131 | 1,0000 |

Elaborado por: postulantes

**DONDE:**

**Clase:** número de clases

**Linf:** Límite inferior de la clase

**Lsup:** Límite superior de la clases

**mi:** Marca de clase

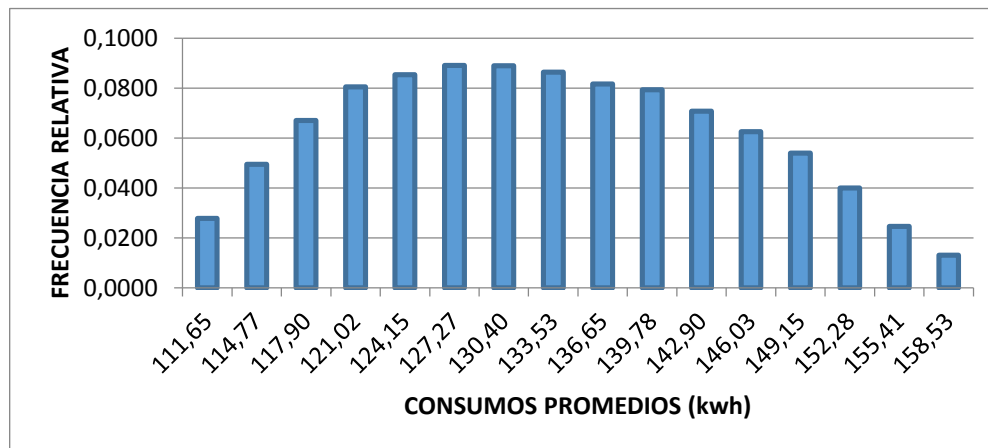
**ni:** Frecuencia Absoluta

**Ni:** Frecuencia Absoluta Acumulada

**fi:** Frecuencia relativa

**Fi:** Frecuencia relativa acumulada

GRAFICO 26 HISTOGRAMA ESTRATO DE CONSUMO TIPO “C”



Elaborado por: postulantes

Como se puede apreciar los consumos que tiene mayor frecuencia se encuentran entre 127.27 y 130.40 Kwh, es decir que la mayor cantidad de usuarios del estrato de consumo “C” tienen un comportamiento de consumo similar, y con predominancia entre estos valores de consumo.

## 12. IMPACTOS TÉCNICOS.

El ministerio de electricidad y energías renovables, en busca de la homologación de sus criterios de dimensionamiento de los transformadores de distribución, ha sido realizado por concepciones muy subjetivas, ya que se espera que un transformador de la zona urbana, pueda tener más potencia que un transformador que un transformador de la zona Rural. Ya que se espera que en la zona rural no se tenga el mismo equipamiento que en la zona urbana. Por lo que es necesario encontrar una demanda máxima diversificada en base a cliente consumo, dado esto en necesario establecer unas zonas que relacionan categorías de consumo y las áreas de influencia donde ellas aplican.

Este trabajo investigativo, facilita la manera de establecer el tipo de cliente basados en los polígonos creados, con esta valiosa herramienta los proyectistas podrán determinar de una manera fácil el estrato de consumo al cual corresponde el área donde se va a llevar a cabo el estudio, y así poder realizar el cálculo de la demanda diseño.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Se procede a realizar la cuantificación económica que es necesaria para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 26 CALCULO DE PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO

| <b>Descripción</b>            | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario (USD)</b> | <b>Precio total</b> |
|-------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|
| Computadoras                  | 2               | 750                          | 1500                |
| Programa de Desarrollo Arcgis | 1               | 0                            | 0                   |
| Transporte                    | 2               | 200                          | 400                 |
| Impresiones                   | 100             | 0.10                         | 10                  |
| GPS                           | 1               | 500                          | 500                 |
| <b>TOTAL</b>                  |                 |                              | <b>2410</b>         |

Elaborado por: postulantes

Se puede apreciar que el costo total para el desarrollo del proyecto, es de 2410, ya que el programa se encuentra en las oficinas de la EEASA, y no tiene ningún costo en su utilización, y esto genera un ahorro sustentable en la realización del proyecto, por otra parte el GPS solo está cotizado el alquiler mas no se considera la adquisición del mismo, para la realización de esta investigación.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1 CONCLUSIONES

- Con la inclusión de esta información en el Arcgis, los técnicos proyectistas cuentan con una valiosa herramienta de consulta para elaborar de mejor manera sus proyectos.
- La presente metodología, nos permite definir de una manera más rápida y sencilla los estratos de consumo, y así poder zonificar cada uno de estos.
- Graficados los usuarios con sus respectivas categorías en el sistema informático ARCGIS, se puede observar que la mayor cantidad de usuarios son del estrato C, siendo los consumos más representativos dentro de toda el área de concesión de la EEASA.
- Para el cálculo de la demanda de diseño, únicamente se puede sobredimensionar las demandas de demanda máxima diversificada por usuario, la demanda de iluminación, y la demanda de cargas especiales, ya que se conoce el comportamiento de estas demandas, mas no así en la demanda de cocción, por lo tanto se debe considerar el total de la demanda de cocción para la demanda de diseño.

## 14.2 RECOMENDACIONES

- Para evitar datos erróneos al momento de la adquisición de promedios de consumos se tiene que tomar en cuenta no considerar los consumos en los meses que sean iguales a cero debido a que estos no reflejan la realidad de los consumos de cada usuario, porque estos consumos se dan en el mes que se instala el equipo de medida.
- Para evitar resultados incoherentes no se deben de tomar en cuenta los valores máximos y mínimos por estrato de cliente debido a que estos valores pueden surgir de manera ocasional dentro del mes, y de ser considerados estos valores se tendrá un porcentaje de error superior, al valor permisible por estrato de consumo.
- Para la zonificación de los clientes en el programa informático Arcgis, es necesario que la tabla dinámica tenga todos los valores y de manera indispensable el código de suministro, y el estrato de consumo, además de las coordenadas X e Y (Ubicación Geográfica), sean las mismas coordenadas del sistema comercial de la EEASA porque es en estos puntos donde cada cuenta será graficada.
- Se tiene que considerar que este estudio no contempla la inclusión del 100% de cocinas de inducción, se han realizado los cálculos con los consumos actuales del sistema eléctrico, para estudios que contemplen la incorporación del total de cocinas de inducción en el sistema es necesario actualizar los datos.

## 15. BIBLIOGRAFIA

- Harper, G. E. (1980). Conceptualización redes de distribución. Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica. (pp,68-82) México: Limusa.
- Jesús, F.M. (2003). Transformadores de distribución. Maquinas Eléctricas (pp, 84-481). Madrid: Amelia Nieva.
- Roberto, C.L (2013). Metodología para determinar el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución. *Revista Ministerio de Electricidad y Energía*, 23 (1) ,10-30.
- Conelec. (2013).Ingreso de cocinas de inducción por la empresa eléctrica. *Revista Plan Maestro De Electrificación*. (1), 25- 28.
- Luis, M.E. (2015). Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad en sustitución del gas licuado de petróleo en el sector residencial. Ecuador: ministerio de electricidad y energía renovable. Recuperado de: [www.infinite.com.ec/MEER/CocinasResumen.pdf](http://www.infinite.com.ec/MEER/CocinasResumen.pdf)
- Carlos, C.V. (2015). Metodología para determinar el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución. Ecuador: Ministerio De Electricidad Y Energía Renovable. Recuperado de: [www.ENERGÍA.gob.ec/2013/08/page/3/](http://www.ENERGÍA.gob.ec/2013/08/page/3/)
- Marín, C.C. (2016). Dimensionamiento de transformadores de distribución. Ecuador: Empresa Eléctrica Ambato S.A. Recuperado de: <http://www.eeasa.com.ec/index.php?id=3&id1=59&id2=130>
- Luis, M.E. (2016). Categorización de clientes por zonas de tipo de consumo. Ecuador: Empresa Eléctrica Ambato S.A. Recuperado de: <http://www.eeasa.com.ec/index.php?id=3&id1=59&id2=132>



# ANEXOS

**ANEXO 1**  
**UBICACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A**



Elaborado por: postulantes

**EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A**



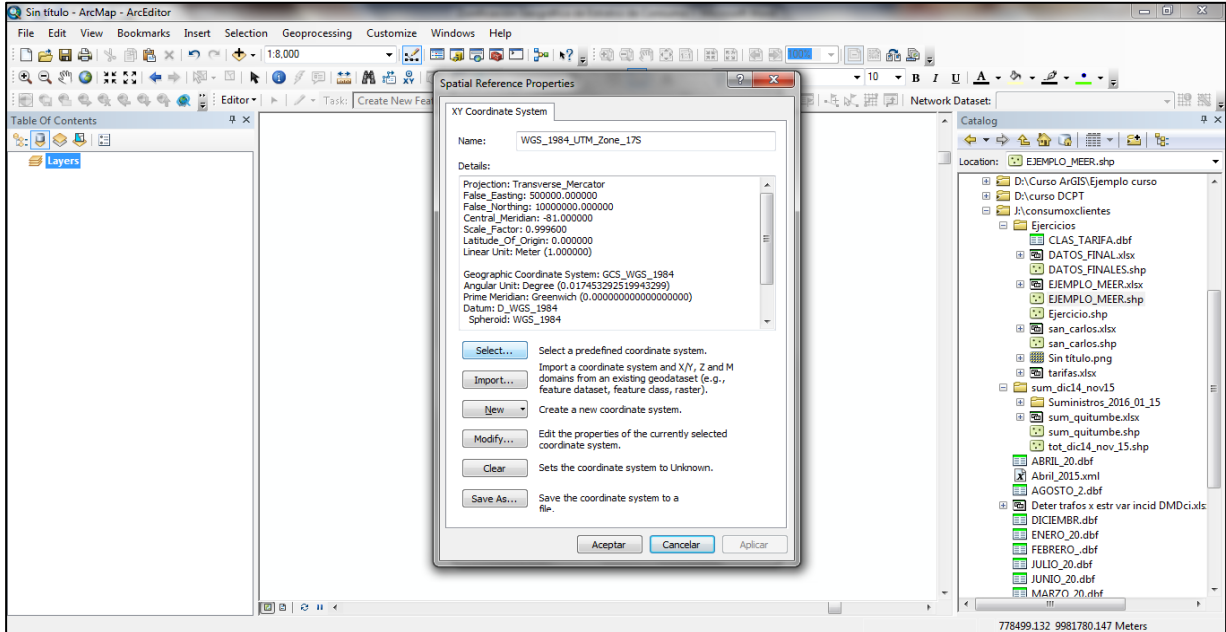
Elaborado por: postulantes

## ANEXO 2

### Pasos asignación de coordenadas WGS\_1984\_UTM\_Zone\_17S

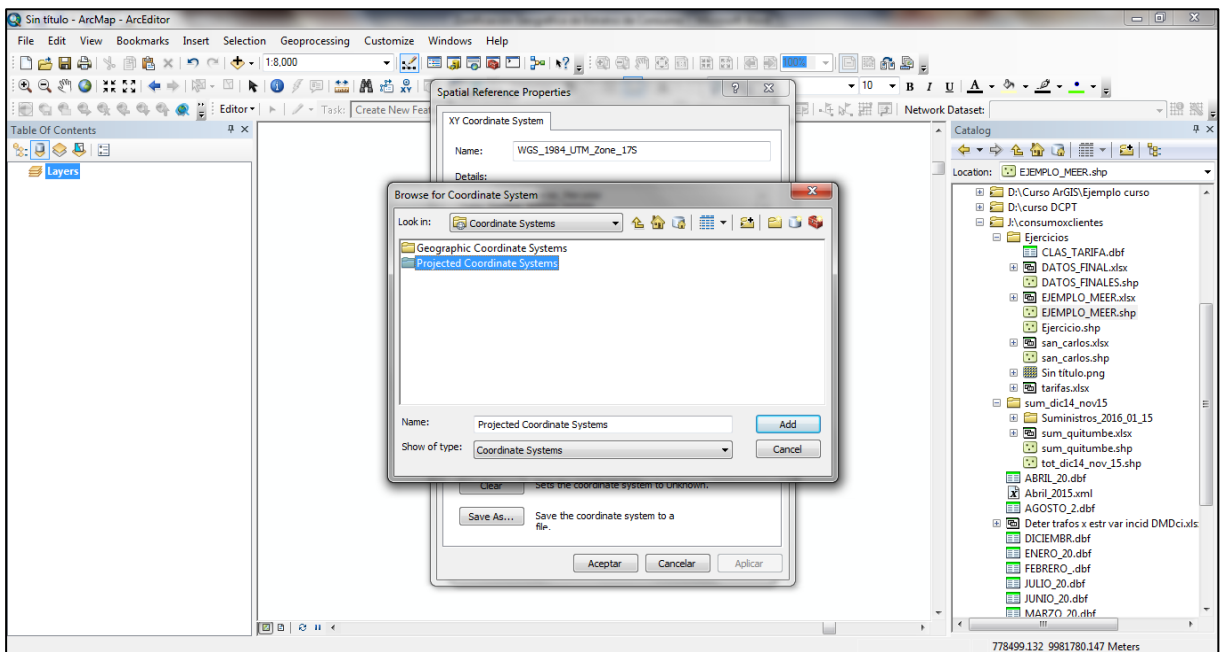
1.- Seleccionar Edit

2.- En la ventana que se abre seleccionar Select



Elaborado por: postulantes

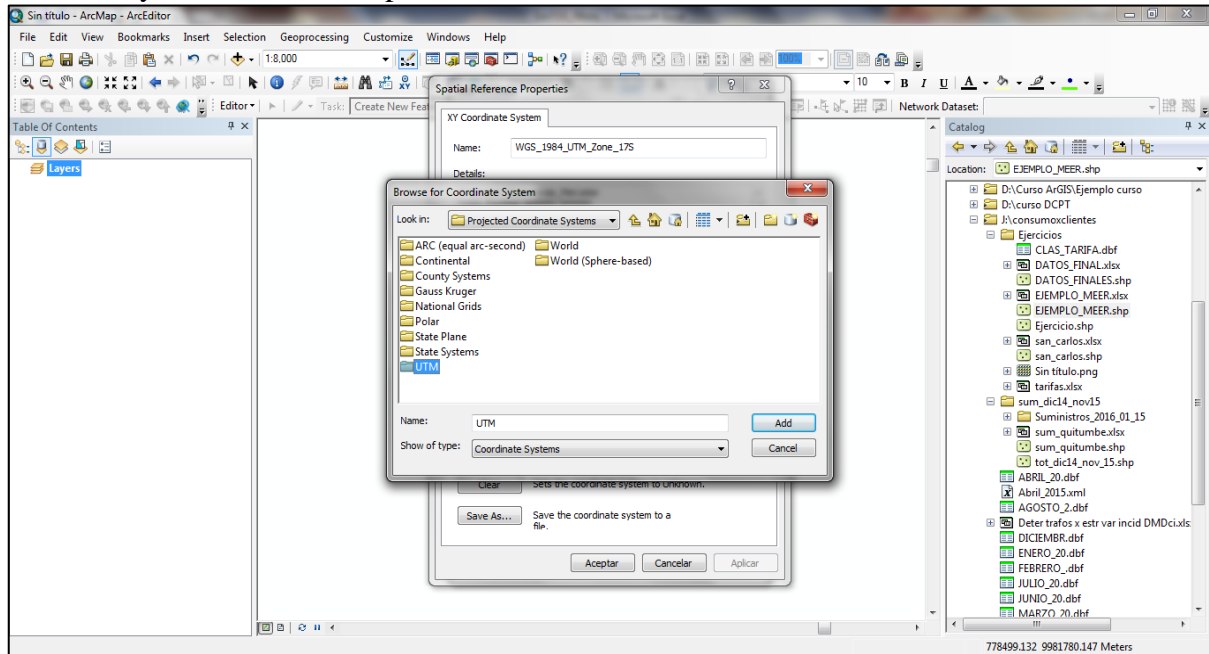
3.- Buscar y seleccionar la carpeta Projected Coordinate Systems



Elaborado por: postulantes

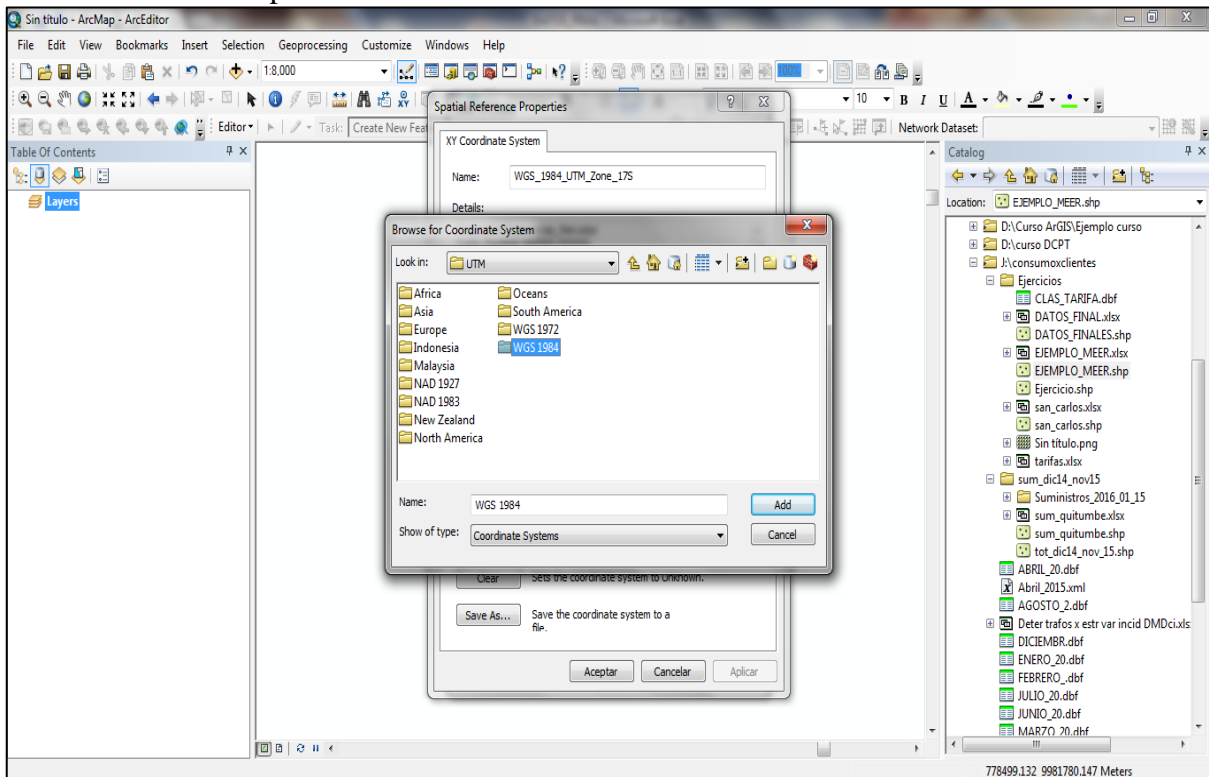
## ANEXO 3

### 4.-Buscar y seleccionar la carpeta utm



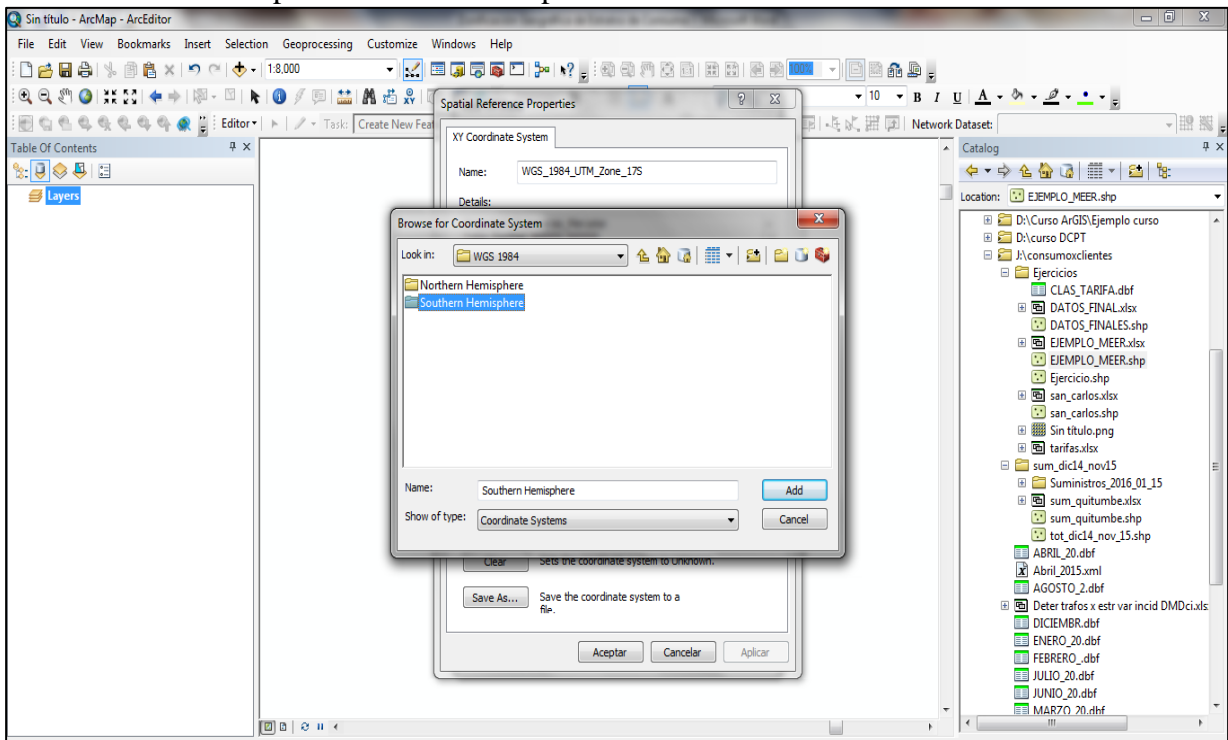
Elaborado por: postulantes

### 5.- Seleccionar la carpeta WGS 1984



Elaborado por: postulantes

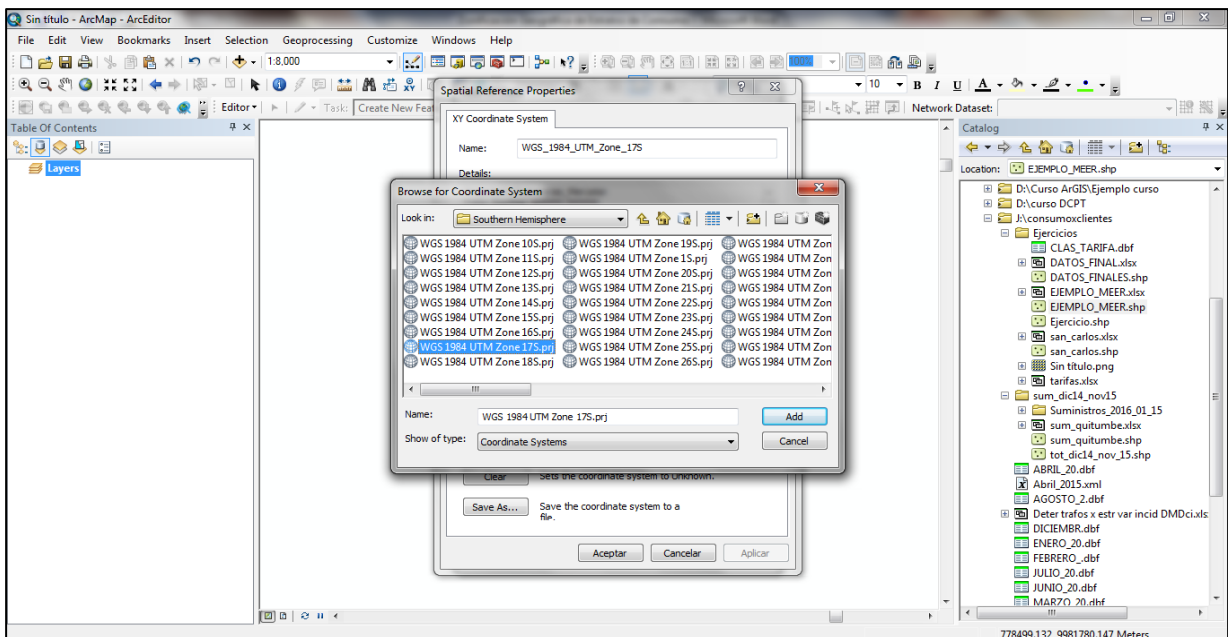
## 6.- Seleccionar la carpeta Southern Hemisphere



Elaborado por: postulantes

## ANEXO 4

7.-Add y aceptar al seleccionar OK en la ventana de Add XY aparecerán los datos en el ambiente ArcGIS



Elaborado por: postulantes



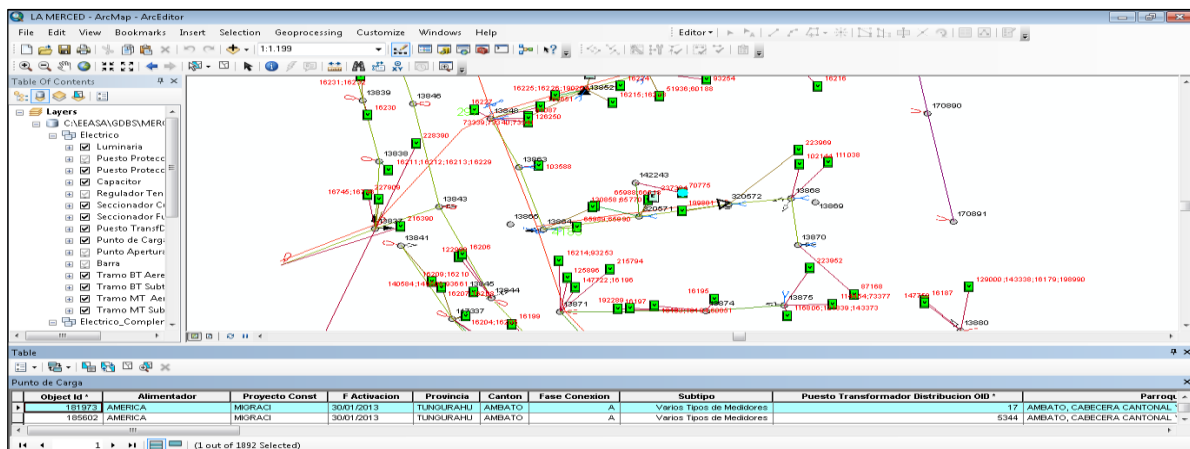




## ANEXO 7

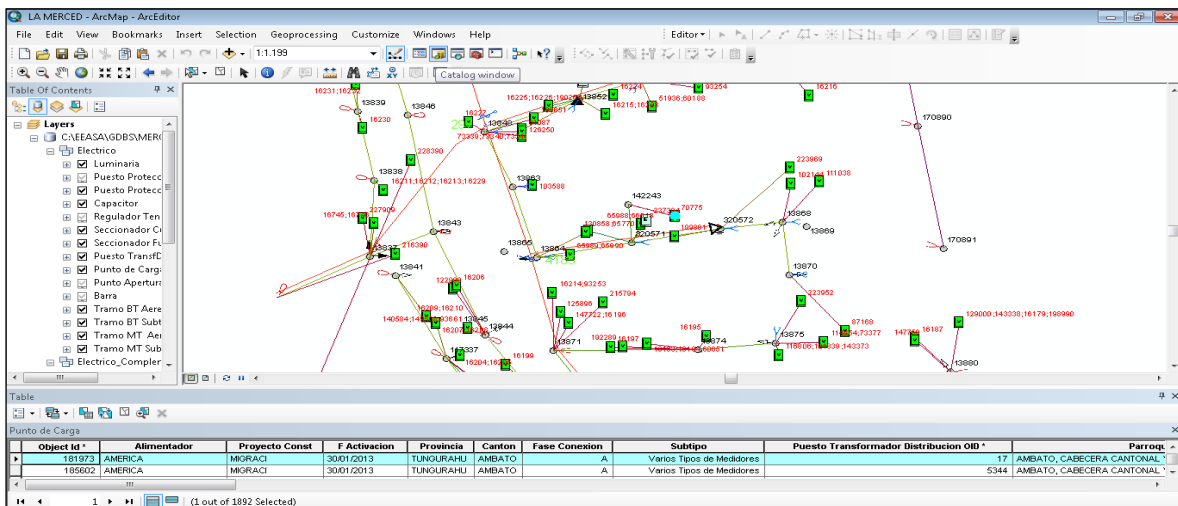
### MANUAL DE INGRESO AL ARCGIS Y UTILIZACION DEL ARCHIVO SHAPE “AREA P”

1. Ubicar el Shape de las zonas de consumo en una carpeta llamada EEASA en el escritorio.
2. Guardar el shape que está dentro de la carpeta zonificación clientes en la carpeta EEASA
3. Ubicarse en la pantalla principal del Arcgis



Elaborado por: postulantes

4. Activar la pestaña del catalog window



Elaborado por: postulantes



## 5. Ubicarse en “folder connection”

The screenshot shows the ArcMap interface with a network diagram of electrical components. The diagram includes nodes and lines representing connections. The table below the diagram lists data for selected points.

| Object Id * | Alimentador | Proyecto Const | F Activacion | Provincia | Canton | Fase Conexion | Subtipo                   | Puesto Transformador Distribucion OID * | Parroqu                   |
|-------------|-------------|----------------|--------------|-----------|--------|---------------|---------------------------|---|---------------------------|
| 181973      | AMERICA     | MIGRACI        | 30.01.2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 17                                      | AMBATO, CABECERA CANTONAL |
| 185602      | AMERICA     | MIGRACI        | 30.01.2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 5344                                    | AMBATO, CABECERA CANTONAL |

Elaborado por: postulantes

## 6. Click derecho y dar en “connect folder”

The screenshot shows the same ArcMap interface as above, but with a context menu open over the Catalog window. The menu options are 'Connect Folder...' and 'Refresh'.

| Object Id * | Alimentador | Proyecto Const | F Activacion | Provincia | Canton | Fase Conexion | Subtipo                   | Puesto Transformador Distribucion OID * | Parroqu                   |
|-------------|-------------|----------------|--------------|-----------|--------|---------------|---------------------------|---|---------------------------|
| 181973      | AMERICA     | MIGRACI        | 30.01.2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 17                                      | AMBATO, CABECERA CANTONAL |
| 185602      | AMERICA     | MIGRACI        | 30.01.2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 5344                                    | AMBATO, CABECERA CANTONAL |

Elaborado por: postulantes

## 7. Buscar la carpeta EEASA y dar en aceptar

The screenshot shows the ArcMap interface with a network diagram. A dialog box titled 'Connect to Folder' is open, allowing the user to select a folder. The folder 'EEASA' is selected in the tree view. The path 'C:\Users\Johon\Desktop\EEASA' is entered in the 'Carpetas' field. The 'Aceptar' button is highlighted, indicating the user is ready to proceed.

| Object Id * | Alimentador | Proyecto Const | F Activacion | Provincia | Canton | Fase Conexion | Subtipo                   | Puesto Transformador Distribucion OID * | Parroqui                  |
|-------------|-------------|----------------|--------------|-----------|--------|---------------|---------------------------|---|---------------------------|
| 181973      | AMERICA     | MIGRACI        | 30/01/2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 17                                      | AMBATO, CABECERA CANTONAL |
| 185602      | AMERICA     | MIGRACI        | 30/01/2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 5344                                    | AMBATO, CABECERA CANTONAL |

Elaborado por: postulantes

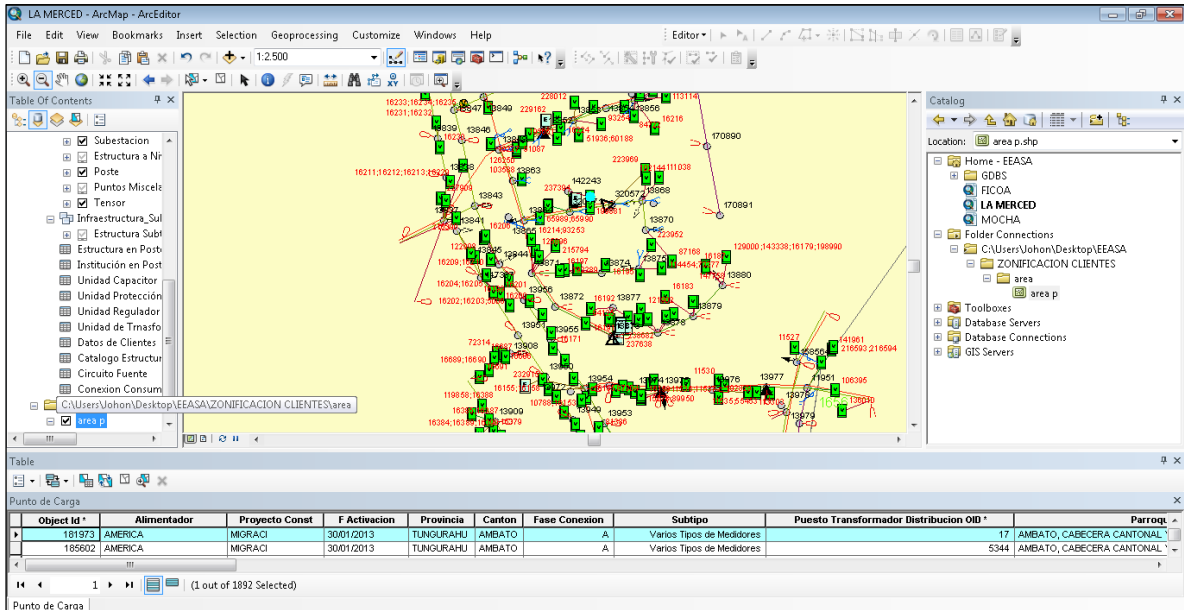
## 8. Desplegar todas las carpetas de la EEASA, hasta encontrar el shape llamado "area p"

The screenshot shows the ArcMap interface with the same network diagram. The 'Table of Contents' is expanded to show the 'area p' shapefile. The 'Catalog' window shows the folder structure with 'area p' selected. The 'Aceptar' button in the 'Connect to Folder' dialog is no longer visible, indicating the folder has been successfully connected.

| Object Id * | Alimentador | Proyecto Const | F Activacion | Provincia | Canton | Fase Conexion | Subtipo                   | Puesto Transformador Distribucion OID * | Parroqui                  |
|-------------|-------------|----------------|--------------|-----------|--------|---------------|---------------------------|---|---------------------------|
| 181973      | AMERICA     | MIGRACI        | 30/01/2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 17                                      | AMBATO, CABECERA CANTONAL |
| 185602      | AMERICA     | MIGRACI        | 30/01/2013   | TUNGURAHU | AMBATO | A             | Varios Tipos de Medidores | 5344                                    | AMBATO, CABECERA CANTONAL |

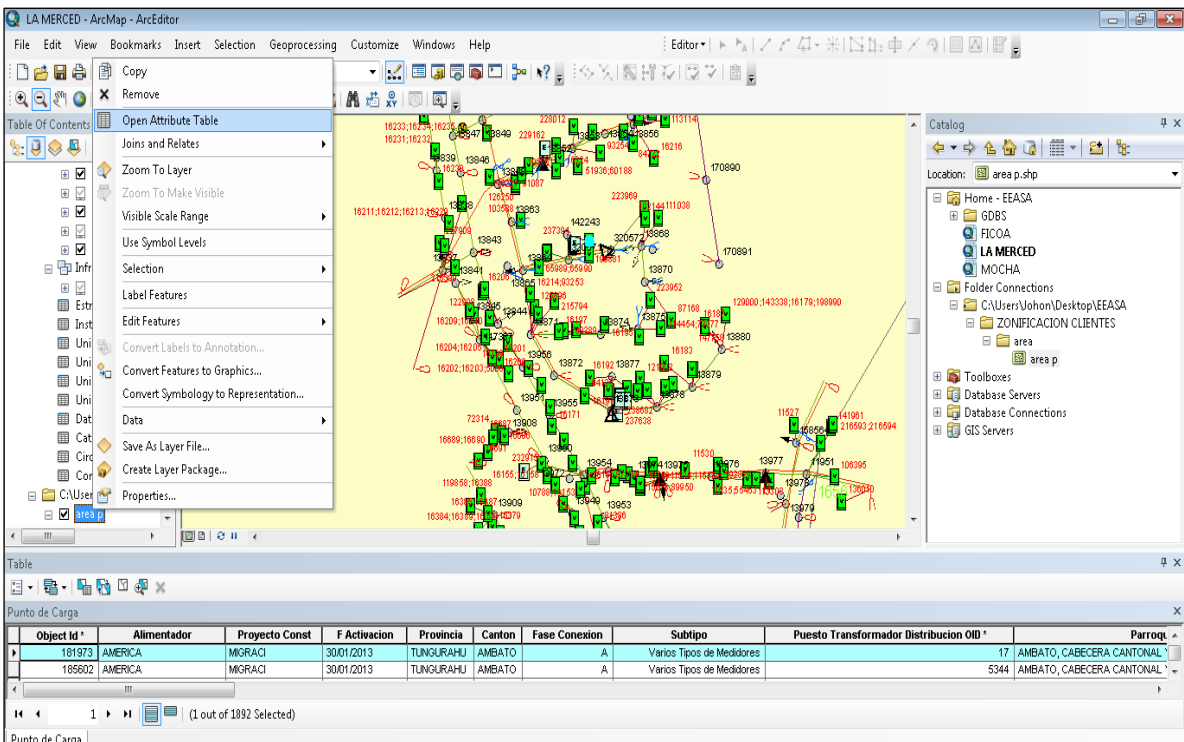
Elaborado por: postulantes

9. Arrastrar el shape y soltar en la pantalla principal del Arcgis revisar si se creo la pestaña “area p”



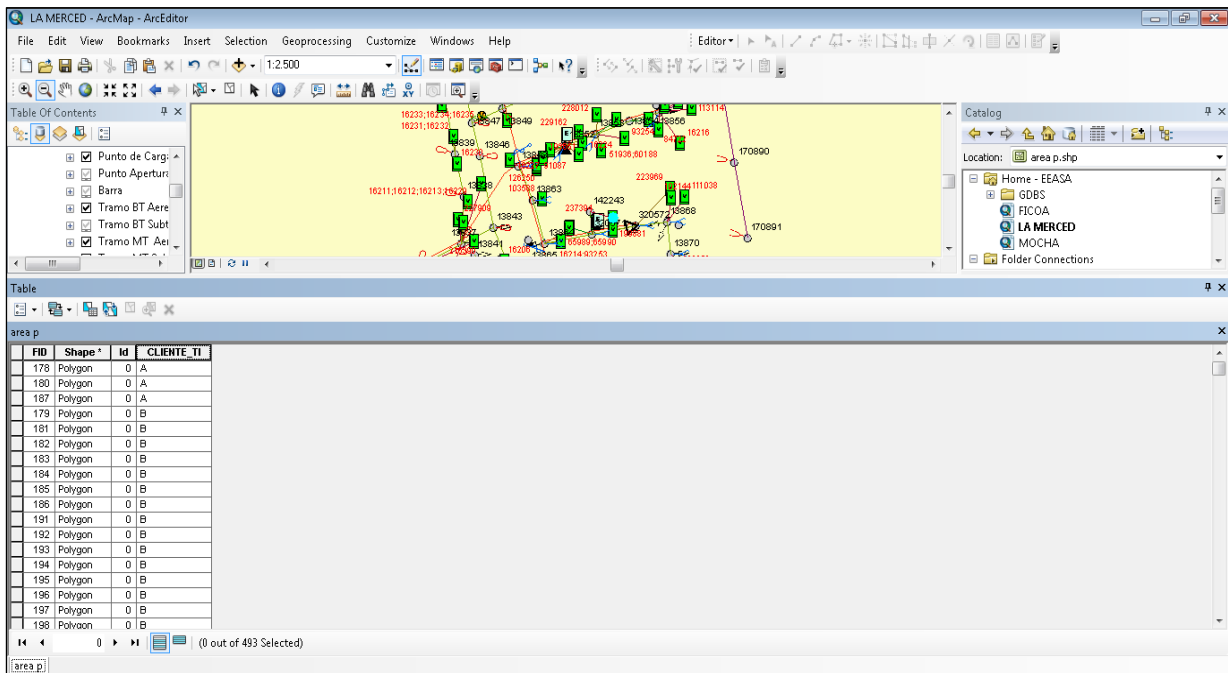
Elaborado por: postulantes

10. Dar click derecho sobre “area p” y dar en “open attribute table”



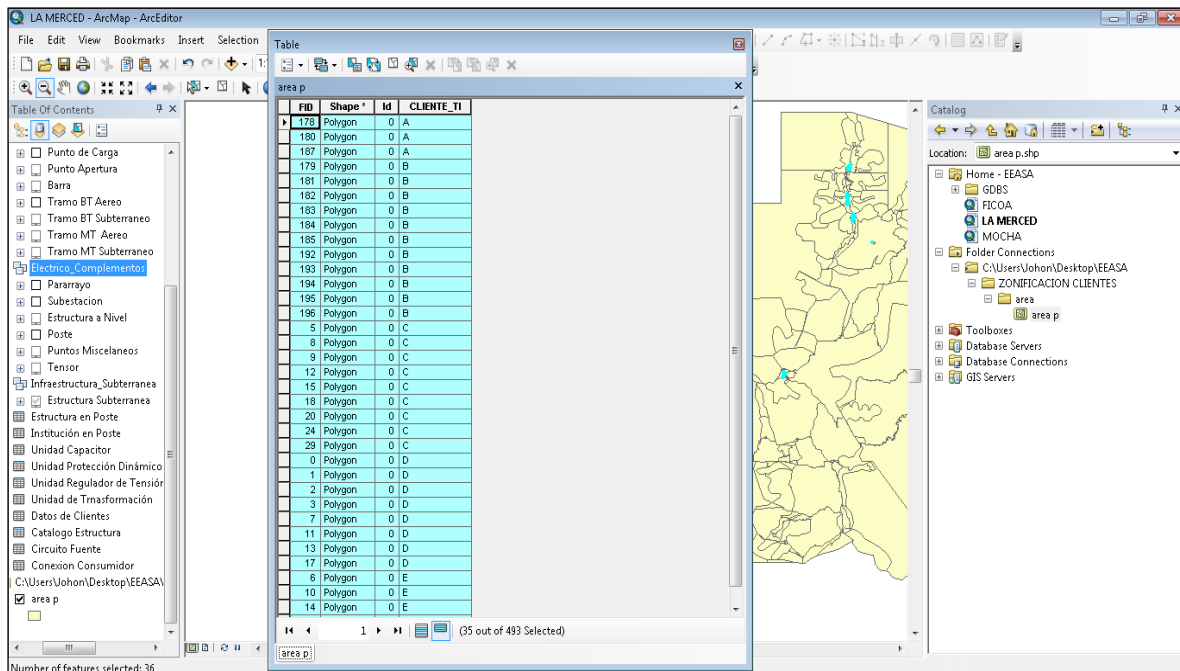
Elaborado por: postulantes

11. Dar doble click sobre “cliente\_ti” ubicada en la parte superior de tabla para con esto ordenar los polígonos



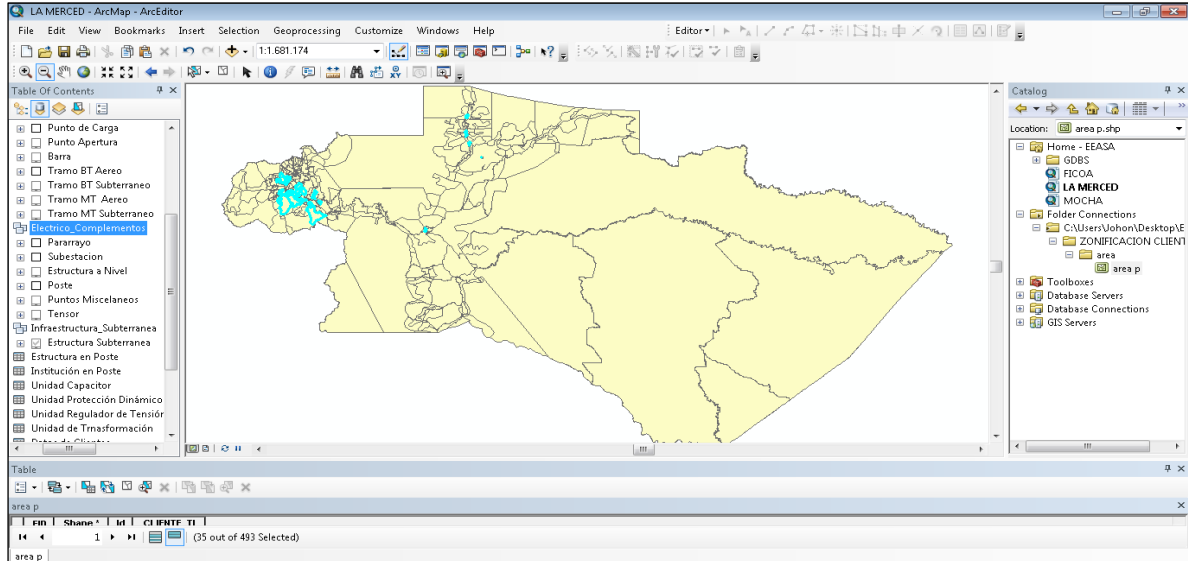
Elaborado por: postulantes

12. Dentro de la tabla se encuentran los polígonos con sus respectivos estratos de consumo.



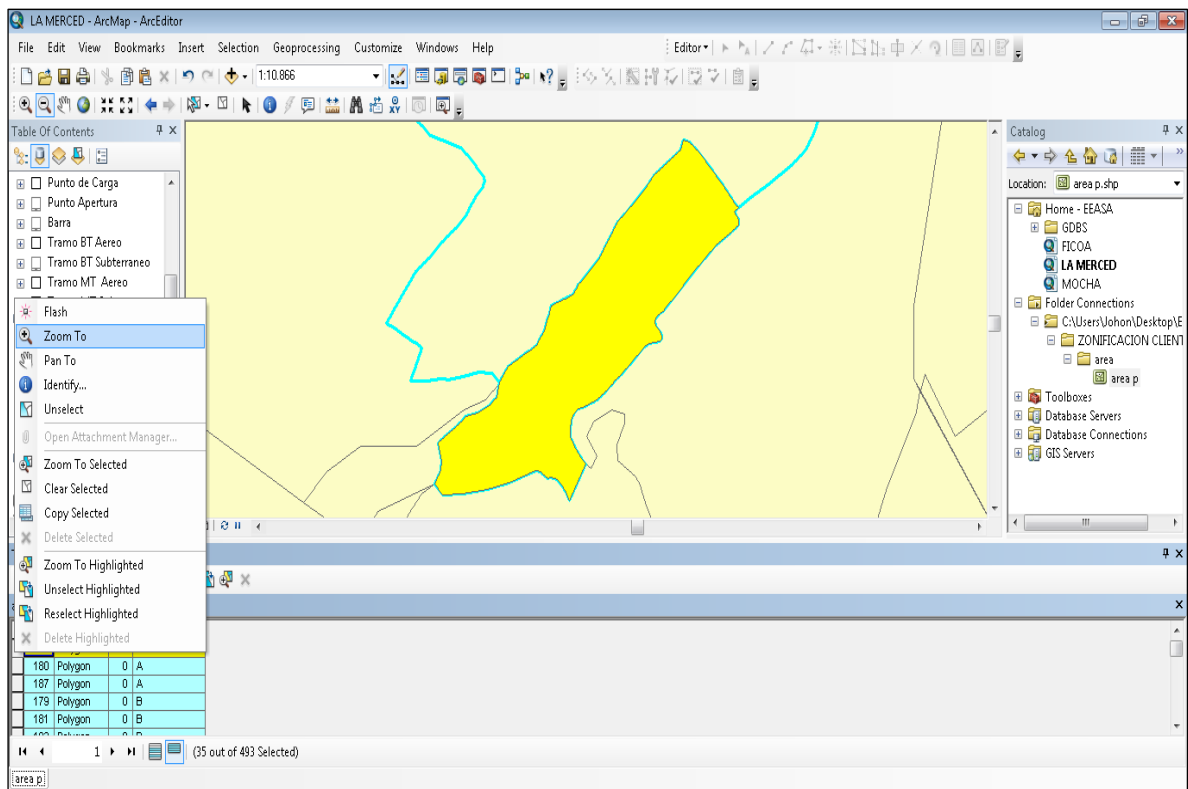
Elaborado por: postulantes

13. Para visualizarlos es necesario alejarse para eso utilizamos la lupa con el símbolo de menos



Elaborado por: postulantes

14. Para dirigirse a una zona de consumo determinada dar click derecho y en “zoom to”



Elaborado por: postulantes

## ANEXO 8

Factor “B” considerando los consumos máximos por usuario

| ESTRATO | CONSUMO MAXIMO | FACTOR B |
|---------|----------------|----------|
| E       | 80             | 0,29     |
| D       | 110            | 0,38     |
| C       | 160            | 0,53     |
| B       | 270            | 0,84     |
| A       | 500            | 1,45     |

Elaborado por: postulantes

Factor “A” considerando los consumos máximos por usuario

| # DE USUARIOS | FACTOR A | # DE USUARIOS | FACTOR A | # DE USUARIOS | FACTOR A |
|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| 5             | 9,49     | 40            | 52,3     | 75            | 90,75    |
| 6             | 10,8     | 41            | 43,4     | 76            | 91,8     |
| 7             | 12,1     | 42            | 54,5     | 77            | 92,85    |
| 8             | 13,5     | 43            | 55,4     | 78            | 93,9     |
| 9             | 14,8     | 44            | 56,7     | 79            | 94,95    |
| 10            | 16,1     | 45            | 57,9     | 80            | 96       |
| 11            | 17,4     | 46            | 59       | 81            | 97,15    |
| 12            | 18,7     | 47            | 60,2     | 82            | 98,3     |
| 13            | 20,1     | 48            | 61,4     | 83            | 99,15    |
| 14            | 21,4     | 49            | 62,4     | 84            | 100      |
| 15            | 22,7     | 50            | 63,5     | 85            | 101      |
| 16            | 24       | 51            | 64,7     | 86            | 102      |
| 17            | 25,3     | 52            | 65,7     | 87            | 103      |
| 18            | 26,6     | 53            | 66,7     | 88            | 104      |
| 19            | 27,8     | 54            | 68       | 89            | 105,5    |
| 20            | 29,2     | 55            | 69       | 90            | 107      |
| 21            | 30,4     | 56            | 70,2     | 91            | 108      |
| 22            | 31,7     | 57            | 71,2     | 92            | 109      |
| 23            | 32,8     | 58            | 72,3     | 93            | 110      |
| 24            | 33,9     | 59            | 73,6     | 94            | 111      |
| 25            | 34,9     | 60            | 74,5     | 95            | 112      |
| 26            | 36       | 61            | 75,6     | 96            | 113      |
| 27            | 37,2     | 62            | 76,7     | 97            | 114      |
| 28            | 38,9     | 63            | 77,8     | 98            | 115      |
| 29            | 39,5     | 64            | 78,9     | 99            | 116      |
| 30            | 40,7     | 65            | 80       | 100           | 117      |
| 31            | 41,9     | 66            | 81,1     | 150           | 168      |
| 32            | 43,1     | 67            | 82,15    | 200           | 218      |
| 33            | 44,3     | 68            | 83,2     | 250           | 267      |
| 34            | 45,4     | 69            | 84,3     | 300           | 315      |
| 35            | 46,6     | 70            | 85,4     | 350           | 364      |
| 36            | 47,7     | 71            | 86,5     | 400           | 412      |
| 37            | 48,9     | 72            | 87,6     | 450           | 462      |
| 38            | 50       | 73            | 88,65    | 500           | 512      |
| 39            | 51,25    | 74            | 89,7     |               |          |

Fuente: factores a y b aplicables para el cálculo de la demanda máxima diversificada EEASA

Elaborado por: postulantes

## ANEXO 9

Factor de coincidencia de 1 hasta 25 cocinas de inducción

| CUENTES | Factor de Coincidencia de Cocinas de Inducción | Demanda Diversificada Cocina Inducción ECUADOR<br>Dem(kW)=4x80%=<br>3,2x unid.<br>3,2 | Incidencia Cocina Inducción por usuario ECUADOR<br>12h00 | Incidencia Cocina Inducción ECUADOR<br>19h00; En kVA con un factor de uso y fp=1<br><br>0,6 |
|---------|--|---|--|---|
| #       |  |   |  |   |
| 1       | 1  | 3,2   | 3,2  | 1,92  |
| 2       | 0,81   | 2,60  | 5,19   | 3,11  |
| 3       | 0,65   | 2,08  | 6,23   | 3,74  |
| 4       | 0,54   | 1,73  | 6,92   | 4,15  |
| 5       | 0,49   | 1,56  | 7,78   | 4,67  |
| 6       | 0,45   | 1,43  | 8,56   | 5,14  |
| 7       | 0,43   | 1,37  | 9,57   | 5,74  |
| 8       | 0,41   | 1,30  | 10,38  | 6,23  |
| 9       | 0,39   | 1,25  | 11,29  | 6,77  |
| 10      | 0,38   | 1,21  | 12,11  | 7,27  |
| 11      | 0,37   | 1,20  | 13,18  | 7,91  |
| 12      | 0,37   | 1,19  | 14,22  | 8,53  |
| 13      | 0,37   | 1,17  | 15,24  | 9,14  |
| 14      | 0,36   | 1,16  | 16,23  | 9,74  |
| 15      | 0,36   | 1,15  | 17,19  | 10,31   |
| 16      | 0,35   | 1,13  | 18,13  | 10,88   |
| 17      | 0,35   | 1,12  | 19,04  | 11,42   |
| 18      | 0,35   | 1,11  | 19,93  | 11,96   |
| 19      | 0,34   | 1,09  | 20,79  | 12,47   |
| 20      | 0,34   | 1,08  | 21,62  | 12,97   |
| 21      | 0,33   | 1,07  | 22,43  | 13,46   |
| 22      | 0,33   | 1,06  | 23,21  | 13,93   |
| 23      | 0,33   | 1,04  | 23,97  | 14,38   |
| 24      | 0,32   | 1,03  | 24,70  | 14,82   |
| 25      | 0,32   | 1,02  | 25,41  | 15,24   |

Fuente: Determinación de la Demanda de cocción EEASA

Elaborado por: postulantes

## ANEXO 10

Factor de coincidencia de 26 hasta 50 cocinas de inducción

| CUENTES | Factor de Coincidencia de Cocinas de Inducción | Demanda Diversificada Cocina Inducción ECUADOR<br>Dem(kW)=4x80%<br>= 3,2x unid.<br>3,2 | Incidencia Cocina Inducción por usuario ECUADOR<br>12h00 | Incidencia Cocina Inducción ECUADOR<br>19h00; En kVA con un factor de uso y fp=1<br>0,6 |
|---------|--|--|--|---|
| #       |  |  |  |   |
| 26      | 0,31   | 1,00   | 26,08  | 15,65   |
| 27      | 0,31   | 0,99   | 26,74  | 16,04   |
| 28      | 0,31   | 0,98   | 27,36  | 16,42   |
| 29      | 0,30   | 0,96   | 27,97  | 16,78   |
| 30      | 0,30   | 0,95   | 28,54  | 17,12   |
| 31      | 0,30   | 0,94   | 29,22  | 17,53   |
| 32      | 0,29   | 0,93   | 29,89  | 17,93   |
| 33      | 0,29   | 0,93   | 30,54  | 18,32   |
| 34      | 0,29   | 0,92   | 31,17  | 18,70   |
| 35      | 0,28   | 0,91   | 31,78  | 19,07   |
| 36      | 0,28   | 0,90   | 32,38  | 19,43   |
| 37      | 0,28   | 0,89   | 32,96  | 19,78   |
| 38      | 0,28   | 0,88   | 33,52  | 20,11   |
| 39      | 0,27   | 0,87   | 34,07  | 20,44   |
| 40      | 0,27   | 0,87   | 34,60  | 20,76   |
| 41      | 0,27   | 0,86   | 35,42  | 21,25   |
| 42      | 0,27   | 0,86   | 36,21  | 21,73   |
| 43      | 0,27   | 0,86   | 37,00  | 22,20   |
| 44      | 0,27   | 0,86   | 37,78  | 22,67   |
| 45      | 0,27   | 0,86   | 38,56  | 23,14   |
| 46      | 0,27   | 0,86   | 39,34  | 23,60   |
| 47      | 0,27   | 0,85   | 40,11  | 24,06   |
| 48      | 0,27   | 0,85   | 40,88  | 24,53   |
| 49      | 0,27   | 0,85   | 41,64  | 24,98   |
| 50      | 0,27   | 0,85   | 42,40  | 25,44   |

Fuente: Determinación de la Demanda de cocción EEASA

Elaborado por: postulantes



## ANEXO 11

### Demanda de diseño 5-50 usuarios estrato “A”

| # DE USUARIOS | ESTRATO A                                   |                     |   |   |                     |
|---------------|---|---------------------|---|---|---------------------|
|               | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL |                     | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL COCCIÓN Y CALENTAMIENTO DE AGUA |   |                     |
|               | DD [kVA]                                    | TRANSFORMADOR [kVA] | DD [kVA]  | "Demanda Diversificada Cocina Inducción Dem(kW)=4x80%= 3,2x unid. | TRANSFORMADOR [kVA] |
| 5             | 16,127                                      | 25                  | 16,127  | 4,67  | 25                  |
| 6             | 18,154                                      | 25                  | 18,154  | 5,137   | 25                  |
| 7             | 20,028                                      | 25                  | 20,028  | 5,739   | 37,5                |
| 8             | 21,794                                      | 25                  | 21,794  | 6,227   | 37,5                |
| 9             | 23,485                                      | 25                  | 23,485  | 6,772   | 37,5                |
| 10            | 25,121                                      | 37,5                | 25,121  | 7,265   | 37,5                |
| 11            | 26,718                                      | 37,5                | 26,718  | 7,906   | 37,5                |
| 12            | 28,284                                      | 37,5                | 28,284  | 8,531   | 37,5                |
| 13            | 29,828                                      | 37,5                | 29,828  | 9,141   | 50                  |
| 14            | 31,355                                      | 37,5                | 31,355  | 9,735   | 50                  |
| 15            | 32,869                                      | 37,5                | 32,869  | 10,314  | 50                  |
| 16            | 34,372                                      | 50                  | 34,372  | 10,877  | 50                  |
| 17            | 35,867                                      | 50                  | 35,867  | 11,424  | 50                  |
| 18            | 37,355                                      | 50                  | 37,355  | 11,956  | 50                  |
| 19            | 38,837                                      | 50                  | 38,837  | 12,472  | 75                  |
| 20            | 40,315                                      | 50                  | 40,315  | 12,973  | 75                  |
| 21            | 41,789                                      | 50                  | 41,789  | 13,458  | 75                  |
| 22            | 43,261                                      | 50                  | 43,261  | 13,928  | 75                  |
| 23            | 44,729                                      | 50                  | 44,729  | 14,382  | 75                  |
| 24            | 46,196                                      | 50                  | 46,196  | 14,82   | 75                  |
| 25            | 47,66                                       | 50                  | 47,66   | 15,243  | 75                  |
| 26            | 49,123                                      | 50                  | 49,123  | 15,651  | 75                  |
| 27            | 50,584                                      | 75                  | 50,584  | 16,042  | 75                  |
| 28            | 52,045                                      | 75                  | 52,045  | 16,419  | 75                  |
| 29            | 53,504                                      | 75                  | 53,504  | 16,779  | 75                  |
| 30            | 54,962                                      | 75                  | 54,962  | 17,124  | 75                  |
| 31            | 56,42                                       | 75                  | 56,42   | 17,534  | 75                  |
| 32            | 57,877                                      | 75                  | 57,877  | 17,934  | 75                  |
| 33            | 59,333                                      | 75                  | 59,333  | 18,323  | 100                 |
| 34            | 60,789                                      | 75                  | 60,789  | 18,702  | 100                 |
| 35            | 62,244                                      | 75                  | 62,244  | 19,07   | 100                 |
| 36            | 63,698                                      | 75                  | 63,698  | 19,428  | 100                 |
| 37            | 65,153                                      | 75                  | 65,153  | 19,776  | 100                 |
| 38            | 66,607                                      | 75                  | 66,607  | 20,113  | 100                 |
| 39            | 68,06                                       | 75                  | 68,06   | 20,44   | 100                 |
| 40            | 69,514                                      | 75                  | 69,514  | 20,757  | 100                 |
| 41            | 70,967                                      | 75                  | 70,967  | 21,254  | 100                 |
| 42            | 72,42                                       | 75                  | 72,42   | 21,728  | 100                 |
| 43            | 73,872                                      | 75                  | 73,872  | 22,2  | 100                 |
| 44            | 75,325                                      | 75                  | 75,325  | 22,669  | 100                 |
| 45            | 76,777                                      | 100                 | 76,777  | 23,136  | 100                 |
| 46            | 78,229                                      | 100                 | 78,229  | 23,601  | 112,5               |
| 47            | 79,681                                      | 100                 | 79,681  | 24,064  | 112,5               |
| 48            | 81,133                                      | 100                 | 81,133  | 24,525  | 112,5               |
| 49            | 82,585                                      | 100                 | 82,585  | 24,984  | 112,5               |
| 50            | 84,036                                      | 100                 | 84,036  | 25,441  | 112,5               |

Fuente: dimensionamiento de transformadores de distribución EEASA

Elaborado por: postulantes

## ANEXO 12

### Demanda de Diseño 5 a 50 usuarios Estrato “B”

| # DE USUARIOS | ESTRATO B                                   |                     |   |  |                     |
|---------------|---|---------------------|---|--|---------------------|
|               | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL |                     | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL COCCIÓN |  |                     |
|               | DD [kVA]                                    | TRANSFORMADOR [kVA] | DD [kVA]  | "Demanda Diversificada Cocina Inducción Dem(kW)=4x80%=3,2x unid. | TRANSFORMADOR [kVA] |
| 5             | 9,348                                       | 15                  | 9,348   | 4,67   | 15                  |
| 6             | 10,523                                      | 15                  | 10,523  | 5,137  | 25                  |
| 7             | 11,609                                      | 15                  | 11,609  | 5,739  | 25                  |
| 8             | 12,633                                      | 15                  | 12,633  | 6,227  | 25                  |
| 9             | 13,613                                      | 15                  | 13,613  | 6,772  | 25                  |
| 10            | 14,562                                      | 25                  | 14,562  | 7,265  | 25                  |
| 11            | 15,487                                      | 25                  | 15,487  | 7,906  | 25                  |
| 12            | 16,395                                      | 25                  | 16,395  | 8,531  | 25                  |
| 13            | 17,29                                       | 25                  | 17,29   | 9,141  | 37,5                |
| 14            | 18,175                                      | 25                  | 18,175  | 9,735  | 37,5                |
| 15            | 19,053                                      | 25                  | 19,053  | 10,314   | 37,5                |
| 16            | 19,924                                      | 25                  | 19,924  | 10,877   | 37,5                |
| 17            | 20,79                                       | 25                  | 20,79   | 11,424   | 37,5                |
| 18            | 21,653                                      | 25                  | 21,653  | 11,956   | 37,5                |
| 19            | 22,512                                      | 25                  | 22,512  | 12,472   | 37,5                |
| 20            | 23,369                                      | 25                  | 23,369  | 12,973   | 37,5                |
| 21            | 24,223                                      | 25                  | 24,223  | 13,458   | 50                  |
| 22            | 25,076                                      | 37,5                | 25,076  | 13,928   | 50                  |
| 23            | 25,927                                      | 37,5                | 25,927  | 14,382   | 50                  |
| 24            | 26,777                                      | 37,5                | 26,777  | 14,82  | 50                  |
| 25            | 27,626                                      | 37,5                | 27,626  | 15,243   | 50                  |
| 26            | 28,474                                      | 37,5                | 28,474  | 15,651   | 50                  |
| 27            | 29,321                                      | 37,5                | 29,321  | 16,042   | 50                  |
| 28            | 30,168                                      | 37,5                | 30,168  | 16,419   | 50                  |
| 29            | 31,014                                      | 37,5                | 31,014  | 16,779   | 50                  |
| 30            | 31,859                                      | 37,5                | 31,859  | 17,124   | 50                  |
| 31            | 32,704                                      | 37,5                | 32,704  | 17,534   | 75                  |
| 32            | 33,548                                      | 37,5                | 33,548  | 17,934   | 75                  |
| 33            | 34,393                                      | 37,5                | 34,393  | 18,323   | 75                  |
| 34            | 35,236                                      | 37,5                | 35,236  | 18,702   | 75                  |
| 35            | 36,08                                       | 37,5                | 36,08   | 19,07  | 75                  |
| 36            | 36,923                                      | 37,5                | 36,923  | 19,428   | 75                  |
| 37            | 37,766                                      | 50                  | 37,766  | 19,776   | 75                  |
| 38            | 38,609                                      | 50                  | 38,609  | 20,113   | 75                  |
| 39            | 39,451                                      | 50                  | 39,451  | 20,44  | 75                  |
| 40            | 40,294                                      | 50                  | 40,294  | 20,757   | 75                  |
| 41            | 41,136                                      | 50                  | 41,136  | 21,254   | 75                  |
| 42            | 41,978                                      | 50                  | 41,978  | 21,728   | 75                  |
| 43            | 42,82                                       | 50                  | 42,82   | 22,2   | 75                  |
| 44            | 43,662                                      | 50                  | 43,662  | 22,669   | 75                  |
| 45            | 44,504                                      | 50                  | 44,504  | 23,136   | 75                  |
| 46            | 45,346                                      | 50                  | 45,346  | 23,601   | 75                  |
| 47            | 46,188                                      | 50                  | 46,188  | 24,064   | 75                  |
| 48            | 47,029                                      | 50                  | 47,029  | 24,525   | 75                  |
| 49            | 47,871                                      | 50                  | 47,871  | 24,984   | 75                  |
| 50            | 48,712                                      | 50                  | 48,712  | 25,441   | 75                  |

Fuente: dimensionamiento de transformadores de distribución EEASA

Elaborado por: postulantes

### ANEXO 13

#### Demanda de Diseño 5 a 50 usuarios Estrato “C”

| # DE USUARIOS | ESTRATO C                                   |                     |   |   |                     |
|---------------|---|---------------------|---|---|---------------------|
|               | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL |                     | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL COCCIÓN |   |                     |
|               | DD [kVA]                                    | TRANSFORMADOR [kVA] | DD [kVA]  | "Demanda Diversificada Cocina Inducción Dem(kW)=4x80%= 3,2x unid. | TRANSFORMADOR [kVA] |
| 5             | 5,883                                       | 10                  | 5,883   | 4,67  | 15                  |
| 6             | 6,623                                       | 10                  | 6,623   | 5,137   | 15                  |
| 7             | 7,306                                       | 10                  | 7,306   | 5,739   | 15                  |
| 8             | 7,951                                       | 10                  | 7,951   | 6,227   | 15                  |
| 9             | 8,567                                       | 10                  | 8,567   | 6,772   | 25                  |
| 10            | 9,164                                       | 10                  | 9,164   | 7,265   | 25                  |
| 11            | 9,747                                       | 10                  | 9,747   | 7,906   | 25                  |
| 12            | 10,318                                      | 15                  | 10,318  | 8,531   | 25                  |
| 13            | 10,881                                      | 15                  | 10,881  | 9,141   | 25                  |
| 14            | 11,438                                      | 15                  | 11,438  | 9,735   | 25                  |
| 15            | 11,991                                      | 15                  | 11,991  | 10,314  | 25                  |
| 16            | 12,539                                      | 15                  | 12,539  | 10,877  | 25                  |
| 17            | 13,084                                      | 15                  | 13,084  | 11,424  | 25                  |
| 18            | 13,627                                      | 15                  | 13,627  | 11,956  | 37,5                |
| 19            | 14,168                                      | 15                  | 14,168  | 12,472  | 37,5                |
| 20            | 14,707                                      | 15                  | 14,707  | 12,973  | 37,5                |
| 21            | 15,245                                      | 37,5                | 15,245  | 13,458  | 37,5                |
| 22            | 15,782                                      | 37,5                | 15,782  | 13,928  | 37,5                |
| 23            | 16,317                                      | 37,5                | 16,317  | 14,382  | 37,5                |
| 24            | 16,852                                      | 37,5                | 16,852  | 14,82   | 37,5                |
| 25            | 17,387                                      | 37,5                | 17,387  | 15,243  | 37,5                |
| 26            | 17,92                                       | 37,5                | 17,92   | 15,651  | 37,5                |
| 27            | 18,453                                      | 37,5                | 18,453  | 16,042  | 37,5                |
| 28            | 18,986                                      | 37,5                | 18,986  | 16,419  | 37,5                |
| 29            | 19,518                                      | 37,5                | 19,518  | 16,779  | 37,5                |
| 30            | 20,05                                       | 37,5                | 20,05   | 17,124  | 37,5                |
| 31            | 20,582                                      | 37,5                | 20,582  | 17,534  | 50                  |
| 32            | 21,114                                      | 37,5                | 21,114  | 17,934  | 50                  |
| 33            | 21,645                                      | 37,5                | 21,645  | 18,323  | 50                  |
| 34            | 22,176                                      | 37,5                | 22,176  | 18,702  | 50                  |
| 35            | 22,707                                      | 37,5                | 22,707  | 19,07   | 50                  |
| 36            | 23,237                                      | 37,5                | 23,237  | 19,428  | 50                  |
| 37            | 23,768                                      | 37,5                | 23,768  | 19,776  | 50                  |
| 38            | 24,298                                      | 37,5                | 24,298  | 20,113  | 50                  |
| 39            | 24,829                                      | 37,5                | 24,829  | 20,44   | 50                  |
| 40            | 25,359                                      | 37,5                | 25,359  | 20,757  | 50                  |
| 41            | 25,889                                      | 37,5                | 25,889  | 21,254  | 50                  |
| 42            | 26,419                                      | 37,5                | 26,419  | 21,728  | 50                  |
| 43            | 26,949                                      | 37,5                | 26,949  | 22,2  | 50                  |
| 44            | 27,479                                      | 37,5                | 27,479  | 22,669  | 50                  |
| 45            | 28,008                                      | 37,5                | 28,008  | 23,136  | 75                  |
| 46            | 28,538                                      | 37,5                | 28,538  | 23,601  | 75                  |
| 47            | 29,068                                      | 37,5                | 29,068  | 24,064  | 75                  |
| 48            | 29,598                                      | 37,5                | 29,598  | 24,525  | 75                  |
| 49            | 30,127                                      | 37,5                | 30,127  | 24,984  | 75                  |
| 50            | 30,657                                      | 37,5                | 30,657  | 25,441  | 75                  |

Fuente: dimensionamiento de transformadores de distribución EEASA

Elaborado por: postulantes

## ANEXO 14

### Demanda de diseño 5 a 50 usuarios estrato “D”

| # DE USUARIOS | ESTRATO D                                   |                     |   |   |                     |
|---------------|---|---------------------|---|---|---------------------|
|               | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL |                     | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL COCCIÓN |   |                     |
|               | DD [kVA]                                    | TRANSFORMADOR [kVA] | DMD [kW]  | "Demanda Diversificada Cocina Inducción Dem(kW)=4x80%= 3,2x unid. | TRANSFORMADOR [kVA] |
| 5             | 4,223                                       | 5                   | 4,223   | 4,67  | 10                  |
| 6             | 4,754                                       | 5                   | 4,754   | 5,137   | 10                  |
| 7             | 5,244                                       | 10                  | 5,244   | 5,739   | 15                  |
| 8             | 5,707                                       | 10                  | 5,707   | 6,227   | 15                  |
| 9             | 6,149                                       | 10                  | 6,149   | 6,772   | 15                  |
| 10            | 6,578                                       | 10                  | 6,578   | 7,265   | 15                  |
| 11            | 6,996                                       | 10                  | 6,996   | 7,906   | 15                  |
| 12            | 7,406                                       | 10                  | 7,406   | 8,531   | 25                  |
| 13            | 7,81  | 10                  | 7,81  | 9,141   | 25                  |
| 14            | 8,21  | 10                  | 8,21  | 9,735   | 25                  |
| 15            | 8,607                                       | 10                  | 8,607   | 10,314  | 25                  |
| 16            | 9   | 10                  | 9   | 10,877  | 25                  |
| 17            | 9,392                                       | 10                  | 9,392   | 11,424  | 25                  |
| 18            | 9,781                                       | 10                  | 9,781   | 11,956  | 25                  |
| 19            | 10,169                                      | 15                  | 10,169  | 12,472  | 25                  |
| 20            | 10,556                                      | 15                  | 10,556  | 12,973  | 25                  |
| 21            | 10,942                                      | 15                  | 10,942  | 13,458  | 25                  |
| 22            | 11,328                                      | 15                  | 11,328  | 13,928  | 37,5                |
| 23            | 11,712                                      | 15                  | 11,712  | 14,382  | 37,5                |
| 24            | 12,096                                      | 15                  | 12,096  | 14,82   | 37,5                |
| 25            | 12,48                                       | 15                  | 12,48   | 15,243  | 37,5                |
| 26            | 12,863                                      | 15                  | 12,863  | 15,651  | 37,5                |
| 27            | 13,245                                      | 15                  | 13,245  | 16,042  | 37,5                |
| 28            | 13,628                                      | 15                  | 13,628  | 16,419  | 37,5                |
| 29            | 14,01                                       | 15                  | 14,01   | 16,779  | 37,5                |
| 30            | 14,392                                      | 15                  | 14,392  | 17,124  | 37,5                |
| 31            | 14,773                                      | 15                  | 14,773  | 17,534  | 37,5                |
| 32            | 15,155                                      | 25                  | 15,155  | 17,934  | 37,5                |
| 33            | 15,536                                      | 25                  | 15,536  | 18,323  | 37,5                |
| 34            | 15,917                                      | 25                  | 15,917  | 18,702  | 37,5                |
| 35            | 16,298                                      | 25                  | 16,298  | 19,07   | 37,5                |
| 36            | 16,679                                      | 25                  | 16,679  | 19,428  | 37,5                |
| 37            | 17,06                                       | 25                  | 17,06   | 19,776  | 37,5                |
| 38            | 17,441                                      | 25                  | 17,441  | 20,113  | 50                  |
| 39            | 17,821                                      | 25                  | 17,821  | 20,44   | 50                  |
| 40            | 18,202                                      | 25                  | 18,202  | 20,757  | 50                  |
| 41            | 18,582                                      | 25                  | 18,582  | 21,254  | 50                  |
| 42            | 18,963                                      | 25                  | 18,963  | 21,728  | 50                  |
| 43            | 19,343                                      | 25                  | 19,343  | 22,2  | 50                  |
| 44            | 19,723                                      | 25                  | 19,723  | 22,669  | 50                  |
| 45            | 20,104                                      | 25                  | 20,104  | 23,136  | 50                  |
| 46            | 20,484                                      | 25                  | 20,484  | 23,601  | 50                  |
| 47            | 20,864                                      | 25                  | 20,864  | 24,064  | 50                  |
| 48            | 21,244                                      | 25                  | 21,244  | 24,525  | 50                  |
| 49            | 21,624                                      | 25                  | 21,624  | 24,984  | 50                  |
| 50            | 22,004                                      | 25                  | 22,004  | 25,441  | 50                  |

Fuente: dimensionamiento de transformadores de distribución EEASA

Elaborado por: postulantes

## ANEXO 15

Demanda de diseño demanda de diseño 5 a 50 usuarios estrato “E”

| # DE USUARIOS | ESTRATO E                                   |                     |   |   |                     |
|---------------|---|---------------------|---|---|---------------------|
|               | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL |                     | CON EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO PARA USO GENERAL COCCIÓN |   |                     |
|               | DD [kVA]                                    | TRANSFORMADOR [kVA] | DD [kVA]  | "Demanda Diversificada Cocina Inducción Dem(kW)=4x80%= 3,2x unid. | TRANSFORMADOR [kVA] |
| 5             | 3,186                                       | 5                   | 3,186   | 4,67  | 10                  |
| 6             | 3,586                                       | 5                   | 3,586   | 5,137   | 10                  |
| 7             | 3,956                                       | 5                   | 3,956   | 5,739   | 10                  |
| 8             | 4,305                                       | 5                   | 4,305   | 6,227   | 15                  |
| 9             | 4,639                                       | 5                   | 4,639   | 6,772   | 15                  |
| 10            | 4,962                                       | 5                   | 4,962   | 7,265   | 15                  |
| 11            | 5,278                                       | 10                  | 5,278   | 7,906   | 15                  |
| 12            | 5,587                                       | 10                  | 5,587   | 8,531   | 15                  |
| 13            | 5,892                                       | 10                  | 5,892   | 9,141   | 25                  |
| 14            | 6,194                                       | 10                  | 6,194   | 9,735   | 25                  |
| 15            | 6,493                                       | 10                  | 6,493   | 10,314  | 25                  |
| 16            | 6,79  | 10                  | 6,79  | 10,877  | 25                  |
| 17            | 7,085                                       | 10                  | 7,085   | 11,424  | 25                  |
| 18            | 7,379                                       | 10                  | 7,379   | 11,956  | 25                  |
| 19            | 7,672                                       | 10                  | 7,672   | 12,472  | 25                  |
| 20            | 7,964                                       | 10                  | 7,964   | 12,973  | 25                  |
| 21            | 8,255                                       | 10                  | 8,255   | 13,458  | 25                  |
| 22            | 8,546                                       | 10                  | 8,546   | 13,928  | 25                  |
| 23            | 8,836                                       | 10                  | 8,836   | 14,382  | 25                  |
| 24            | 9,125                                       | 10                  | 9,125   | 14,82   | 25                  |
| 25            | 9,415                                       | 10                  | 9,415   | 15,243  | 25                  |
| 26            | 9,704                                       | 10                  | 9,704   | 15,651  | 37,5                |
| 27            | 9,992                                       | 10                  | 9,992   | 16,042  | 37,5                |
| 28            | 10,281                                      | 15                  | 10,281  | 16,419  | 37,5                |
| 29            | 10,569                                      | 15                  | 10,569  | 16,779  | 37,5                |
| 30            | 10,857                                      | 15                  | 10,857  | 17,124  | 37,5                |
| 31            | 11,145                                      | 15                  | 11,145  | 17,534  | 37,5                |
| 32            | 11,433                                      | 15                  | 11,433  | 17,934  | 37,5                |
| 33            | 11,72                                       | 15                  | 11,72   | 18,323  | 37,5                |
| 34            | 12,008                                      | 15                  | 12,008  | 18,702  | 37,5                |
| 35            | 12,295                                      | 15                  | 12,295  | 19,07   | 37,5                |
| 36            | 12,583                                      | 15                  | 12,583  | 19,428  | 37,5                |
| 37            | 12,87                                       | 15                  | 12,87   | 19,776  | 37,5                |
| 38            | 13,157                                      | 15                  | 13,157  | 20,113  | 37,5                |
| 39            | 13,444                                      | 15                  | 13,444  | 20,44   | 37,5                |
| 40            | 13,731                                      | 15                  | 13,731  | 20,757  | 37,5                |
| 41            | 14,019                                      | 15                  | 14,019  | 21,254  | 37,5                |
| 42            | 14,306                                      | 15                  | 14,306  | 21,728  | 37,5                |
| 43            | 14,592                                      | 15                  | 14,592  | 22,2  | 37,5                |
| 44            | 14,879                                      | 15                  | 14,879  | 22,669  | 50                  |
| 45            | 15,166                                      | 25                  | 15,166  | 23,136  | 50                  |
| 46            | 15,453                                      | 25                  | 15,453  | 23,601  | 50                  |
| 47            | 15,74                                       | 25                  | 15,74   | 24,064  | 50                  |
| 48            | 16,027                                      | 25                  | 16,027  | 24,525  | 50                  |
| 49            | 16,313                                      | 25                  | 16,313  | 24,984  | 50                  |
| 50            | 16,6  | 25                  | 16,6  | 25,441  | 50                  |

Fuente: dimensionamiento de transformadores de distribución EEASA

Elaborado por: postulantes



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE “EEASA” CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico

Autores:

Estrella Estrella John Xavier

Yanza Pacheco Rocío Gabriela

Tutor:

Ing. Quispe Toapanta Vicente Javier

Latacunga-Ecuador

2016



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: John Xavier Estrella Estrella y Yanza Pacheco Roció Gabriela con el título de Proyecto de Investigación: IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE EEASA CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 04 de agosto de 2016

Para constancia firman:

---

LECTOR 1  
Ing. Xavier Proaño  
CC. 050265642-4

---

LECTOR 2  
PhD. Iliana González  
CC. 175707065-9

---

Lector 3  
Msc. Franklin Vásquez  
CC. 171043449-7



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“ Nosotros Estrella Estrella John Xavier C.C: 0503635435 y Yanza Pacheco Rocío Gabriela C.C:180451377-6 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE EEASA CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS, siendo el Ing. Vicente Quispe tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....  
Yanza Pacheco Rocío Gabriela

180451377-6

.....  
Estrella Estrella John Xavier

050363543-5





## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE EEASA CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS”, de John Xavier Estrella Estrella y Yanza Pacheco Rocío Gabriela, de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto, 2016,

El Tutor

.....

Quispe Toapanta Vicente Javier

C.I.050291801-4

## CERTIFICACIÓN



**EMPRESA ELECTRICA AMBATO  
REGIONAL CENTRO NORTE S.A.**

*Trabajando con energía...!*

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Jefe de Electrificación Urbana del Departamento de Distribución de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., a petición verbal de los interesados; John Xavier Estrella Estrella CI: 050363543-5; y, Rocío Gabriela Yanza Pacheco CI: 1804513776; postulante de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Certifico que realizaron la tesis de grado con el tema **“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE “EEASA” CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS”**, bajo mi supervisión, siguiendo los lineamientos y requerimientos del Área de Planificación de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

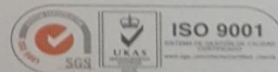
Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso de este documento en forma que se estime conveniente.

Ambato, 15 de Julio del 2016

Atentamente,

ING. JAIME MARCELO BARRERA FLORES  
JEFE ELECTRIFICACION URBANA  
C.I: 180184877-9

Av. 12 de Noviembre 11-29 y Espejo Casilla 18-01-446  
Telf: (03) 2998600 Reparaciones: 136 Fax: (03) 2421265  
www.eeasa.com.ec e-mail: presidencia@eeasa.com.ec  
Ambato - Ecuador



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios, por ayudarnos a llegar al final de mi camino de aprendizaje, a las autoridades y docentes de la Universidad técnica de Cotopaxi, por habernos acompañado en cada instante de nuestra formación académica, a nuestros padres por su apoyo incondicional, que nos dieron día tras día, junto a esas palabras de aliento, que jamás las olvidaremos.

## **DEDICATORIA**

Este Trabajo va dedicado a nuestras madres, por la fortaleza, por la determinación, la paciencia y las palizas en pos de nuestro bienestar

## INDICE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....                                       | II                                   |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....  | II                                   |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....                                 | III                                  |
| CERTIFICACIÓN .....   | IV                                   |
| AGRADECIMIENTO.....   | V                                    |
| DEDICATORIA .....   | VI                                   |
| INDICE .....  | VII                                  |
| INDICE DE TABLAS .....  | X                                    |
| INDICE DE GRAFICOS .....  | X                                    |
| RESUMEN.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| ABSTRACT .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| AVAL DE TRADUCCIÓN .....  | XIV                                  |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL .....  | 1                                    |
| 2. RESUMEN DEL PROYECTO .....   | 3                                    |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....  | 3                                    |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....   | 4                                    |
| 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....  | 4                                    |
| 5.1 Planteamiento del problema de Investigación.....                              | 4                                    |
| 6. OBJETIVOS: .....   | 5                                    |
| 6.1 Objetivo General .....  | 5                                    |
| 6.2 Objetivos Específicos.....  | 5                                    |
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS<br>PLANTEADOS..... | 5                                    |
| 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....   | 7                                    |
| 8.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....   | 7                                    |
| 8.1.1 Definición de redes eléctricas de distribución.....                         | 7                                    |
| 8.1.2 Clasificación y característica de los sistemas de distribución .....        | 8                                    |
| 8.1.3 Redes de distribución para cargas residenciales.....                        | 8                                    |
| 8.1.4 Redes de distribución para cargas comerciales. ....                         | 9                                    |
| 8.1.5 Redes de distribución para cargas industriales.....                         | 9                                    |
| 8.1.6 Elementos de las redes eléctricas de distribución.....                      | 9                                    |
| 8.1.7 Subestación de Distribución.....  | 9                                    |

|  |    |
|--|----|
| 8.1.8 Red primaria de distribución .....                                     | 9  |
| 8.1.9 Red secundaria de distribución.....                                    | 10 |
| 8.1.10 Transformadores de distribución.....                                  | 10 |
| 8.1.11 Acometidas.....   | 10 |
| 8.1.12 Características de la carga .....                                     | 10 |
| 8.1.13 Demanda.....  | 11 |
| 8.1.14 Demanda pico.....   | 11 |
| 8.1.15 Demanda promedio mensual de energía Kwh.....                          | 11 |
| 8.1.16 Proyección de la demanda.....   | 12 |
| 8.1.17 Proyección de demanda con el ingreso de las cocinas de inducción..... | 12 |
| 8.2 TRANSFORMADORES .....  | 13 |
| 8.2.1 Generalidades de los transformadores.....                              | 13 |
| 8.2.2 Transformadores de distribución.....                                   | 13 |
| 8.2.3 Los transformadores Auto Protegidos de distribución. ....              | 14 |
| 8.2.4 Los transformadores Convencionales de distribución.....                | 15 |
| 8.2.5 Capacidad de Carga de los Transformadores. ....                        | 15 |
| 8.3 CURVA DE CARGA.....  | 16 |
| 8.3.1 Curva de Carga Tipo Residencial.....                                   | 16 |
| 8.3.2 Curva De Carga Tipo Comercial.....                                     | 17 |
| 8.3.4 Curva De Carga Tipo Industrial. ....                                   | 17 |
| 8.4 PARÁMETROS DE LA CARGA .....   | 18 |
| 8.4.1 Demanda Máxima. ....   | 18 |
| 8.4.2 Capacidad Instalada.....   | 18 |
| 8.4.3 Factor de carga. ....  | 18 |
| 8.4.4 Factor De Demanda.....   | 19 |
| 8.4.5 Factor De Potencia. ....   | 19 |
| 8.4.6 Vida útil.....   | 19 |
| 8.5 MÉTODO REA (RURAL ELECTRIFICATION ADMINISTRATION) .....                  | 20 |
| 8.6 COCINAS DE INDUCCIÓN.....  | 20 |
| 8.7 SOFTWARE DE CAMPO GIS .....  | 21 |
| 9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS: .....                                  | 22 |
| 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL: .....                                | 22 |
| 10.1 Breve Caracterización de la Institución Objeto De Estudio.....          | 22 |

|   |    |
|---|----|
| 10.2 Levantamiento de Datos.....  | 22 |
| 10.3 Depuración de la Base De Datos de los Consumos Mensual de Clientes .....   | 23 |
| 10.4 Calcular en promedio de consumo de los últimos 12 Meses.....   | 24 |
| 10.5 Definir el estrato al que pertenecen cada cliente. ....  | 25 |
| 10.6 Definición de valores estadísticos de los clientes. ....   | 26 |
| 10.7 Estructuración de la nueva tabla con los valores de consumos mensuales eliminados los valores menores al mínimo. ....  | 29 |
| 10.8 Ajuste de promedios por estratos de consumo. ....  | 30 |
| 10.9 Realizar un proceso entre el promedio de consumos total y el promedio de consumos sin considerar valores máximos y mínimos para cada estrato, para minimizar el error o la cantidad de registros que salen de la Tolerancia Definida. .... | 32 |
| 10.10 ZONIFICACIÓN GEOREFERENCIADA EN ARCGIS .....  | 36 |
| 10.10.1 Adicionar la Data de Este Archivo al Sistema Arcgis.....  | 36 |
| 10.10.2 Codificar por Colores para Cada Estrato de Consumo.....   | 37 |
| 10.10.3 Construcción de polígonos de demanda. ....  | 39 |
| 10.11 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN .....   | 41 |
| 10.11.1 Determinación de la Demanda de Diseño. ....   | 41 |
| 10.11.2 Determinación de la demanda máxima diversificada.....   | 42 |
| 10.11.3 Determinación demanda máxima diversificada para N cocinas de inducción. ....  | 43 |
| 10.11.4 Calculo de la demanda de pérdidas técnicas resistivas. ....   | 43 |
| 10.11.5 Calculo de la demanda de alumbrado público.....   | 44 |
| 10.11.6 Calculo de la demanda de cargas especiales. ....  | 44 |
| 10.11.7 Demanda de diseño vs centros de transformación. ....  | 44 |
| 11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....  | 45 |
| 11.1 ZONAS DE CONSUMO POR CATEGORIAS .....  | 45 |
| 11.2 DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE LA ESTRATO DE CONSUMO TIPO “C” .....  | 50 |
| 12. IMPACTOS TÉCNICOS. ....   | 52 |
| 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:.....  | 53 |
| 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 54 |
| 14.1 CONCLUSIONES .....   | 54 |
| 14.2 RECOMENDACIONES .....  | 55 |
| ANEXOS.....   | 57 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1 Actividades y sistemas de tareas .....   | 5  |
| TABLA 2 Ingreso de cocinas de inducción por Empresa Eléctrica .....  | 21 |
| TABLA 3 Consumo de energía de los clientes del año 2015.....   | 23 |
| TABLA 4 Promedio del consumo de energía del último año .....   | 24 |
| TABLA 5 Asignación del estrato al que pertenecen cada cliente .....  | 25 |
| TABLA 6 Valores máximos y mínimos de consumo por estrato de consumo .....                                    | 25 |
| TABLA 7 Definición de valores estadísticos de los clientes .....   | 26 |
| TABLA 8 Cálculo del porcentaje correspondiente a la desviación estándar .....                                | 27 |
| TABLA 9 Cálculo del porcentaje correspondiente a la desviación estándar .....                                | 27 |
| TABLA 10 Cálculo del valor máximo permitido por estrato.....   | 28 |
| TABLA 11 Cálculo del valor mínimo permitido por estrato .....  | 28 |
| TABLA 12 Consumos mensuales eliminando los valores menores al mínimo. ....                                   | 29 |
| TABLA 13 Cálculo del nuevo promedio sin los valores menores al mínimo.....                                   | 30 |
| TABLA 14 Ajuste de promedios por estratos de consumo .....   | 30 |
| TABLA 15 Cálculo del total de clientes que se encuentran fuera de la tolerancia .....                        | 31 |
| TABLA 16 Determinación del porcentaje de errores con respecto al total de registros ...                      | 31 |
| TABLA 17 Copia de los datos del nuevo promedio .....   | 32 |
| TABLA 18 Determinación del error inferior a un valor permisible <1% .....                                    | 33 |
| TABLA 19 Eliminación de los registros cuyo promedio exceden el máximo permitido por estrato de consumo ..... | 34 |
| TABLA 20 Tabla dinámica .....  | 35 |
| TABLA 21 Estratos de consumo con sus respectivos límites .....   | 35 |
| TABLA 22 Variables a y b para n clientes residenciales por estratos de consumo .....                         | 42 |
| TABLA 23 Pérdidas técnicas resistivas .....  | 43 |
| TABLA 24 Datos registrados de los usuarios de estrato de consumo tipo “c” .....                              | 50 |
| TABLA 25 Datos registrados de los usuarios de estrato de consumo tipo “c” .....                              | 51 |
| TABLA 26 Cálculo de presupuesto estimado del proyecto .....  | 53 |

## INDICE DE GRAFICOS

|  |    |
|--|----|
| GRAFICO 1 Ubicación de sistemas de distribución .....              | 7  |
| GRAFICO 2 Transformadores autoprotegidos.....                      | 14 |
| GRAFICO 3 Transformadores convencionales.....                      | 15 |
| GRAFICO 4 Curva de carga .....                                     | 16 |
| GRAFICO 5 Curva de carga residencial .....                         | 16 |
| GRAFICO 6 Curva de carga comercial.....                            | 17 |
| GRAFICO 7 Curva de carga industrial .....                          | 17 |
| GRAFICO 8 Selección de la zona de menor cantidad de registros..... | 24 |
| GRAFICO 9 Pantalla principal sistema arcgis .....                  | 36 |



|  |    |
|--|----|
| GRAFICO 10 Clientes estrato “A” .....                            | 37 |
| GRAFICO 11 Clientes estrato “B” .....                            | 37 |
| GRAFICO 12 Clientes estrato “C” .....                            | 38 |
| GRAFICO 13 Clientes estrato “D” .....                            | 38 |
| GRAFICO 14 Clientes estrato “E” .....                            | 39 |
| GRAFICO 15 Clientes estrato “A-B-C-D-E” .....                    | 39 |
| GRAFICO 16 Visualización mayor concentración de clientes .....   | 40 |
| GRAFICO 17 Graficación de polígonos categorías A Y B.....        | 40 |
| GRAFICO 18 Micro áreas por tipo de cliente.....                  | 41 |
| GRAFICO 19 Zonas de consumo categoría “A” SECTOR MIRAFLORES..... | 45 |
| GRAFICO 20 Zonas de consumo categoría “A” SECTOR TERMINAL.....   | 46 |
| GRAFICO 21 Zonas de consumo categoría “B” .....                  | 47 |
| GRAFICO 22 Zonas de consumo categoría “C” .....                  | 48 |
| GRAFICO 23 Zonas de consumo categoría “D” .....                  | 48 |
| GRAFICO 24 Zonas de consumo categoría “E” .....                  | 49 |
| GRAFICO 25 Demanda de usuarios residenciales categoría “C” ..... | 49 |
| GRAFICO 26 Histograma estrato de consumo tipo “C” .....          | 52 |

# **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

**TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE EEASA CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS”**

## **Autores:**

John Xavier Estrella Estrella  
Yanza Pacheco Roció Gabriela

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como finalidad el satisfacer la necesidad de la empresa eléctrica Ambato S.A. ya que no se conocía la manera adecuada de cómo realizar una nueva estratificación consumos de los clientes que se encuentran dentro de su área de concesión, conectados a sus redes eléctricas debido al acogimiento al programa de cocción eficiente; debido a este acogimiento la demanda máxima que se tenía registrada de cada uno de los clientes sufrió un incremento significativo, por lo que la demanda de estos y el estrato de consumo ya no fueran los mismos, lo que ocasionó que los centros de transformación que los abastecía ya no pudiera cubrir la nueva demanda que estos presentaban, siendo necesario el tener que plantear cual sería la manera adecuada de realizar esta nueva estratificación de los consumo de los clientes, para esto fue necesario la obtención de los consumos del último año de los usuarios que adquirieron la cocina de inducción. Para realizar el análisis fue necesario el depurar y validar la información referente a los consumos de los mismos siendo necesaria la ayuda del programa Excel para este procedimiento y de esta manera facilitar el obtener el consumo promedio de cada uno de los usuarios, con el fin de representarlos de mejor manera el comportamiento de los clientes considerando los valores máximos y mínimos de consumos por Extracto de consumo que posee la Empresa Eléctrica Ambato S.A

Palabras clave: Empresa eléctrica Ambato, estratificación, concesión.

# **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**ACADEMIC UNIT OF SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED**

**Theme: “IMPLEMENTATION OF METOLOGY AT ZONES AND CONSUMPTION FOR THE CALCULATION OF DEMANDS WITH IN THE GRANTING AREA AT EEASA CONSIDERING INDUCTION COOKERS, WITHIN THE HELP OF COMPUTER TOOL ARCGIS”**

**Authors: John Xavier Estrella Estrella**

**Yanza Pacheco Roció Gabriela**

## **ABSTRACT**

This research work aims at meeting the need for the need of Ambato electric company S.A. since is doesn't know the proper way of how to make a new consumption stratification of customers who are within its concession area, who are connected to their power grids due to take Cocción Eficiente program I due to the fact that many customers need to take part in the program the peak demand. That was recorded from each customer suffered significant increases, so the demand for these people and stratum consumption were no longer the same, causing the transformer that supplied could no longer meet the new demand that these had, being necessary to think about what would be the appropriate way to make this new stratification of customer consumption, for this was necessary to obtain consumption last year by users who acquired, the induction cooker. For the analysis was necessary to refine and validate the information concerning the consumption of the users the help of Excel program was used for this procedure to be necessary and thus facilitate obtaining the average consumption of each user in order to show them in better way taking in to the account the maximum and minimum values of consumption by extract consumption which has Ambato Electric Company S.A. has.

**Keywords: Ambato Electric Company S.A.. Ambato, stratification, concession**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **ESTRELLA ESTRELLA JOHN XAVIER, YANZA PACHECO ROCIO GABRIELA**, cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE ZONAS Y CONSUMOS PARA EL CÁLCULO DE DEMANDAS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE “EEASA” CONSIDERANDO LA INCLUSIÓN DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN, CON LA AYUDA DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA ARCGIS**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2016

Atentamente,

Lic. Nelson W. Guagchinga Ch.  
**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**  
C.C. 050324641-5