



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“MODELAMIENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONSUMO  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUAYAQUIL A LO LARGO DEL  
TIEMPO, ZONAS Y GRUPOS”

**INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN  
POTENCIA**

Presentado por:

**MITCHELL JHOSSIMAR MORAN MORAN**

**BYRON JAVIER RAMÍREZ AÑAZCO**

Guayaquil – Ecuador

Año: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por acompañarnos en nuestra vida y proveernos de sabiduría conforme a su medida para poder enfrentar nuestros retos.

A Nuestros Padres, por siempre estar a nuestro lado a lo largo de nuestras vidas apoyándonos en todos los retos que emprendemos en nuestro diario vivir, con la finalidad de que seamos personas de éxito, ejemplo y superación.

Al Msc. Douglas Aguirre, de la materia de graduación por sus enseñanzas, colaboración y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIA

Este trabajo final de graduación lo dedico a Dios, a mi madre Mercedes Morán, a mis hermanas: Mahori, Nahomi y Anahis, A la mujer de mi vida que es mi ayuda idónea Kiara N. A mi padrino Yeovanny Carreño, a mis padres espirituales: Roy Cedeño y Julia Loo de Cedeño ya que siempre me brindaron su apoyo incondicional para salir adelante he integrarme a un entorno social en constante cambio, para desempeñarme como profesional con infinito amor y abnegación.

Mi agradecimiento eterno.

**Mitchell J. Moran M.**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Jehová, mis Padres, mi Familia y mis Amigos. A mi papá por ser siempre mi fuente de inspiración, un ejemplo perfecto de vida que me ha enseñado a luchar por mis sueños sin nunca desmayar. A mi Mamá por darme la vida, por brindarme ese amor incondicional, por mostrarme el camino correcto que debo llevar, a ella que es la mujer que hace que mi vida tenga sentido. A mi Hermano por estar siempre alentándome a nunca rendirme. A mi sobrinito Leito. A Vanessa L. mi compañera de vida, mi amiga incondicional que estuvo siempre apoyándome en las buenas y malas.

**Byron J. Ramírez A.**

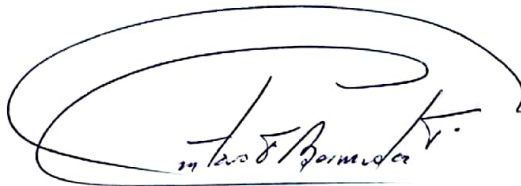
## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

MSc. Douglas Aguirre H.

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN



---

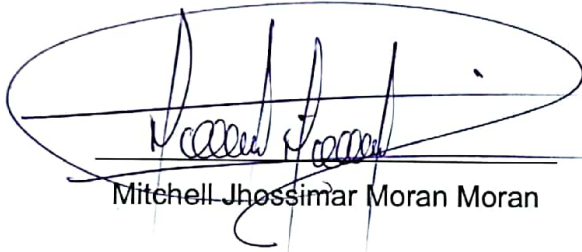
MSc. Gustavo Bermúdez F.

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este informe nos corresponde; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Mitchell Jhossimar Moran Moran



Byron Javier Ramírez Añezco

## RESUMEN

Este trabajo se basa en realizar un modelamiento de eficiencia energética para el consumo de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil a lo largo del tiempo, zonas y grupos; con la finalidad de obtener un modelo de consumo de Potencia y Energía diario, semanal, mensual y anual en cada una de las zonas en las que se encuentran instalados medidores de consumo eléctrico inteligente o también llamados AMI (Infraestructura Avanzada de Medición); el cual se realizó con la ayuda de herramientas computacionales que nos permiten tener un mayor intervalo de confianza aplicando criterios de ingeniería para que sea utilizado en cualquier ciudad del País.

Hemos desarrollado este estudio mediante la obtención de información proveniente de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica CNEL EP. Guayaquil, tomando muestras aleatorias de cada zona con un rango de confiabilidad del 95% y un error permitido del 5% para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	VIII
DEDICATORIA .....	IX
DEDICATORIA .....	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	XI
DECLARACIÓN EXPRESA .....	XII
RESUMEN .....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS .....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XX
INTRODUCCIÓN .....	XXII
CAPÍTULO 1	
DESCRIPCIONES GENERALES .....	25
1.1 GENERALIDADES .....	25
1.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA MUESTRA .....	26
1.3 MEDIDORES AMI .....	27
1.4 DEMANDA MÁXIMA .....	29



1.5 POTENCIA ELÉCTRICA .....	29
1.6 DEMANDA PROMEDIO .....	30
1.7 FACTOR DE CARGA .....	30
1.8 EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	30
1.9 FACTOR DE POTENCIA .....	30
CAPÍTULO 2	
USUARIOS RESIDENCIALES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....	32
2.1 INTRODUCCIÓN.....	32
2.2 CANTIDAD DE USUARIOS RESIDENCIALES .....	33
2.3 USUARIOS CON TECNOLOGIA AMI .....	34
2.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL .....	37
CAPÍTULO 3	
DETERMINACION DE LA MUESTRA ESTADISTICA PARA LA INVESTIGACION .....	38
3.1 INTRODUCCIÓN.....	38
3.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE MUESTREO A UTILIZAR .....	39
3.3 MUESTREO DE LOS USUARIOS AMI POR EL METODO DE MUNCH Y ANGELES.....	40

3.4 MUESTREO DE USUARIOS AMI POR ZONA .....	42
3.5 RECOPIACION DE LA INFORMACION.....	44
CAPÍTULO 4	
OBTENCION DE LAS CURVA DE CARGA .....	46
4.1 INTRODUCCIÓN.....	46
4.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	47
4.1.1 INGRESO DE DATOS .....	48
4.1.2 CURVA DE ENERGIA DIARIA.....	50
4.1.3 CURVA DE POTENCIA DIARIA .....	52
4.1.4 FACTOR DE POTENCIA .....	54
4.1.5 CURVA DE POTENCIA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS.....	57
4.1.6 CURVA DE DURACION DE LA CARGA.....	58
4.2 DEMANDA DE ENERGIA PROMEDIO SEMANAL.....	61
4.3 DEMANDA DE ENERGIA PROMEDIO MENSUAL.....	64
CAPÍTULO 5	
MODELAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR ZONAS .....	67
5.1 INTRUDUCCION.....	67

5.2 ATARAZANA .....	68
5.2.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	69
5.2.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	74
5.2.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	75
5.2.2 FACTOR DE POTENCIA .....	76
5.2.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	77
5.2.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	79
5.2.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	81
5.3 KENNEDY .....	82
5.3.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	88
5.3.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	90
5.3.2 FACTOR DE POTENCIA .....	91
5.3.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	92
5.3.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	94
5.3.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	95
5.4 URDESA .....	97
5.4.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	98

5.4.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	103
5.4.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	105
5.4.2 FACTOR DE POTENCIA .....	106
5.4.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	107
5.4.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	109
5.4.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	111
5.5 GARZOTA .....	113
5.5.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	114
5.5.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	119
5.5.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	121
5.5.2 FACTOR DE POTENCIA .....	122
5.5.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	123
5.5.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA.....	125
5.5.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA.....	127
5.6 CENTRO .....	129
5.6.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	129

5.6.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	135
5.6.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	137
5.6.2 FACTOR DE POTENCIA .....	138
5.6.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	139
5.6.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA .....	141
5.6.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA.....	143
5.7 SUR .....	145
5.7.1 CURVA DE CARGA DIARIA .....	146
5.7.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS .....	151
5.7.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA .....	153
5.7.2 FACTOR DE POTENCIA .....	154
5.7.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA .....	155
5.7.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA.....	157
5.7.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA.....	158
5.8 RESUMEN ZONAL .....	160
CAPÍTULO 6	
CORRELACION DE ZONAS .....	161

6.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	161
6.2 DEMANDA DE ENERGIA SECTORIAL .....	163
6.3 MATRIZ DE CORRELACION DE LAS ZONAS DE GUAYAQUIL .....	167
6.4 ANALISIS DE CORRELACION DE LAS ZONAS DE GUAYAQUIL .....	169
6.4.1 ZONAS CON ALTA CORRELACION.....	170
6.4.1.1 CORRELACION URDESA, SUR Y GARZOTA .....	171
6.4.1.2 CORRELACION KENNEDY Vs. ATARAZANA.....	172
6.4.2 ZONAS CON CORRELACION INTERMEDIA.....	173
6.4.3 ZONAS INCORRELACIONADAS .....	174
CONCLUSIONES .....	175
RECOMENDACIONES.....	181
BIBLIOGRAFÍA.....	183

## ABREVIATURAS

A:	Amperios, unidad de fundamental de corriente.
AC:	Corriente alterna.
ANSI:	American National Standards Institute- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
BT:	Baja Tensión.
CONELEC:	Consejo Nacional de Electricidad.
Cu:	centavos de dólar de los Estados Unidos de América.
CNEL EP:	Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública.
I:	Corriente.
IEEE:	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers - Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.</i>
IEC:	<i>International Electrotechnical Commission- Comisión</i>
KVA:	Kilovoltio - amperio.
KVAR:	Gigavatios-hora.
KW:	Kilovatios, unidad de potencia activa.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Toma de Muestras Aleatorias .....	26
Figura 1.2 Infraestructura de Medidores Inteligentes .....	27
Figura 1.3 Tipos de Tecnología AMI Instaladas.....	29
Figura 2.1 Usuarios de CNEL EP. Guayaquil .....	34
Figura 2.2 Clientes AMI .....	35
Figura 4.1 Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil .....	49
Figura 4.2 Selección de datos de los Usuarios por Fecha.....	50
Figura 4.3 Formula para obtener el Promedio de Consumo de Energía.....	51
Figura 4.4 Curva de Energía Diaria .....	52
Figura 4.5 Formula para obtener el Promedio de Consumo de Potencia .....	53
Figura 4.6 Curva de Potencia Diaria .....	53
Figura 4.7 Formula para obtener el Promedio de Factor de Potencia .....	56
Figura 4.8 Comportamiento del Factor de Potencia.....	57
Figura 4.9 Curva de Potencia de los Días Laborables Vs. Feriados.....	58
Figura 4.10 Ordenar de Mayor a Menor la Potencia Diaria.....	60
Figura 4.11 Curva de Duración de la Carga .....	61
Figura 4.12 Formula para obtener el consumo de Energía Diario .....	62
Figura 4.13 Formula para obtener el promedio de Consumo Semanal .....	63
Figura 4.14 Consumo de Energía y Potencia Semanal .....	64
Figura 4.15 Consumo de Energía Promedio Semanal.....	64



Figura 4.16 Consumo de Energía y Potencia Mensual.....	66
Figura 4.17 Consumo de Energía Mensual .....	66
Figura 5.1 Límites del Sector Atarazana .....	68
Figura 5.2 Curva de Carga Diaria Atarazana .....	71
Figura 5.3 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Atarazana .....	74
Figura 5.4 Curva de Duración de la Carga Atarazana .....	75
Figura 5.5 Factor de Potencia Atarazana .....	76
Figura 5.6 Demanda Diaria de Energía Eléctrica Atarazana .....	77
Figura 5.7 Curva de Energía Diaria Atarazana .....	78
Figura 5.8 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Atarazana.....	80
Figura 5.9 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Atarazana .....	81
Figura 5.10 Límites del Sector Kennedy .....	82
Figura 5.11 Curva de Carga Diaria Kennedy .....	85
Figura 5.12 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Kennedy .....	88
Figura 5.13 Curva de Duración de la Carga Kennedy .....	90
Figura 5.14 Factor de Potencia Kennedy.....	91
Figura 5.15 Demanda Diaria de Energía Eléctrica Kennedy.....	92
Figura 5.16 Curva de Energía Diaria Kennedy .....	93
Figura 5.17 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Kennedy .....	94
Figura 5.18 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Kennedy .....	96
Figura 5.19 Límites del Sector Urdesa.....	98

Figura 5.20 Curva de Carga Diaria Urdesa.....	100
Figura 5.21 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Urdesa.....	103
Figura 5.22 Curva de Duración de la Carga Urdesa .....	105
Figura 5.23 Factor de Potencia Urdesa .....	106
Figura 5.24 Demanda Diaria de Energía Eléctrica Urdesa .....	107
Figura 5.25 Curva de Energía Diaria Urdesa .....	108
Figura 5.26 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Urdesa .....	110
Figura 5.27 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Urdesa .....	112
Figura 5.28 Límites del Sector Garzota .....	114
Figura 5.29 Curva de Carga Diaria Garzota .....	116
Figura 5.30 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Garzota.....	119
Figura 5.31 Curva de Duración de la Carga Garzota.....	121
Figura 5.32 Factor de Potencia Garzota .....	122
Figura 5.33 Demanda Diaria de Energía Eléctrica Garzota.....	123
Figura 5.34 Curva de Energía Diaria Garzota.....	124
Figura 5.35 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Garzota .....	126
Figura 5.36 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Garzota.....	127
Figura 5.37 Límites del Sector Centro .....	129
Figura 5.38 Curva de Carga Diaria Centro .....	132
Figura 5.39 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados del Centro .....	135
Figura 5.40 Curva de Duración de la Carga del Centro .....	137

Figura 5.41 Demanda Diaria de Energía Eléctrica del Centro .....	139
Figura 5.42 Curva de Energía Diaria del Centro .....	140
Figura 5.43 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Centro .....	142
Figura 5.44 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Centro .....	144
Figura 5.45 Límites de la Zona Sur .....	145
Figura 5.46 Curva de Carga Diaria Centro .....	148
Figura 5.47 Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Sur .....	151
Figura 5.48 Curva de Duración de la Carga Sur .....	153
Figura 5.49 Demanda Diaria de Energía Eléctrica Sur .....	155
Figura 5.50 Curva de Energía Diaria Sur .....	156
Figura 5.51 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Sur .....	157
Figura 5.52 Demanda Mensual de Energía Eléctrica Sur .....	159
Figura 6.1 Curva de carga, Consumo Residencial Promedio .....	163
Figura 6.2 Proyección de energía Sector Residencial. Escenario Tendencial.....	165
Figura 6.3 Categorización de los Equipos Residencial .....	167
Figura 6.4 Curvas de Carga por Zonas.....	169
Figura 6.5 Correlación Urdesa, Sur y Garzota .....	171
Figura 6.6 Correlación Kennedy Vs. Atarazana .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Total de Clientes en la Ciudad de Guayaquil .....	33
Tabla 2 Clientes AMI.....	35
Tabla 3 Clientes AMI por Zona .....	36
Tabla 4 Medidores AMI Instalados.....	37
Tabla 5 Número de Muestra .....	42
Tabla 6 Zonas AMI.....	42
Tabla 7 Distribución de medidores AMI por Zonas .....	43
Tabla 8 Numero de muestras por Zona .....	44
Tabla 9 Consumos Atarazana.....	70
Tabla 10 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Atarazana .....	75
Tabla 11 Consumo de Energía y Potencia Semanal Atarazana .....	79
Tabla 12 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Atarazana .....	81
Tabla 13 Consumos Kennedy.....	84
Tabla 14 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados .....	89
Tabla 15 Consumo de Energía y Potencia Semanal Kennedy .....	94
Tabla 16 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Kennedy .....	95
Tabla 17 Consumos Urdesa .....	99
Tabla 18 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Urdesa.....	104
Tabla 19 Consumo de Energía y Potencia Semanal Urdesa.....	109
Tabla 20 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Urdesa.....	111

Tabla 21 Consumos Garzota .....	115
Tabla 22 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Garzota .....	120
Tabla 23 Consumo de Energía y Potencia Semanal Garzota.....	125
Tabla 24 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Garzota .....	127
Tabla 25 Consumos Centro .....	131
Tabla 26 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados del Centro.....	136
Tabla 27 Consumo de Energía y Potencia Semanal Centro.....	141
Tabla 28 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Centro .....	143
Tabla 29 Consumos Sur .....	147
Tabla 30 Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Sur.....	152
Tabla 31 Consumo de Energía y Potencia Semanal Sur.....	157
Tabla 32 Demanda Semanal de Energía Eléctrica Sur.....	158
Tabla 33 Resumen Zonal.....	160
Tabla 34 Matriz Correlación.....	168
Tabla 35 Índice de Alta Correlación de Zonas .....	171
Tabla 36 Zonas con Correlación Intermedia .....	173
Tabla 37 Zonas Incorrelacionadas.....	174

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil ha llevado a hacer los reajustes necesarios de los diferentes consumos de los usuarios, para brindar una mejor calidad de servicio, ya que la energía eléctrica es la principal fuente de desarrollo social y tecnológico.

En el presente proyecto analizaremos el consumo de energía eléctrica cada 15 minutos de cada usuario residencial escogido de manera aleatoria del total de usuarios residenciales con tecnología AMI con el objetivo de modelar un perfil que refleje el consumo de Potencia y Energía diario, semanal, mensual y anual así como el factor de potencia en cada zona de la ciudad de Guayaquil a lo largo del tiempo, creando un compromiso y un modelo de consumo inteligente y eficiente en nuestra sociedad permitiendo a los usuarios utilizar la energía eléctrica de manera óptima, disminuyendo la dependencia energética, reduciendo su gasto energético ayudando a su economía, además de generar una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> beneficioso para todos los habitantes del planeta y así evitar el calentamiento global y por ende mejorando la calidad de vida.

Ahorrar energía es la primera fuente de energía renovable disponible. Un uso eficiente de energía puede mejorar las viviendas y el medio ambiente. Todos los ciudadanos pueden y deben hacer lo posible para ahorrar energía en sus hogares.

En el *Capítulo 1* se da a conocer la descripción general de los términos, indicando la ubicación de la misma, así como también descripción de los conceptos que se van a utilizar en el estudio.

En el *Capítulo 2* se presenta sobre la tecnología utilizada para hacer las mediciones de los usuarios residenciales a lo largo de la ciudad de Guayaquil, desglosados en zonas, y la cantidad de medidores con tecnología AMI que se encuentran ubicados en cada zona.

En el *Capítulo 3* se desarrolla una fórmula para determinar de nuestro universo la muestra que se necesita para generar un intervalo de confianza de un 95%, con un error del 5%, y sobre la información que se tuvo que seleccionar para que la muestra sea la correcta y podamos obtener las condiciones previstas.

En el Capítulo 4 se describe la obtención de las curvas de carga diaria obtenidas de cada zona, mediante herramientas digitales y la programación que se utilizó para poder obtener los cálculos correspondientes y bajo qué parámetro se lo utilizo.

En el Capítulo 5 es una parte importante del presente trabajo ya que es donde se analiza y se determina como es el comportamiento de cada zona, empleando criterios analíticos, para mejorar y determinar qué medidas preventivas se van a seleccionar para suplir la demanda en constante crecimiento.

En el Capítulo 6 se realiza un análisis de correlacione entre las zonas y se determina la forma de comportamiento que tienen una con respecto a otra, produciendo un modelo de variables dependiente e independientes entre ellas.



# **CAPÍTULO 1**

## **DESCRIPCIONES GENERALES**

### **1.1 GENERALIDADES**

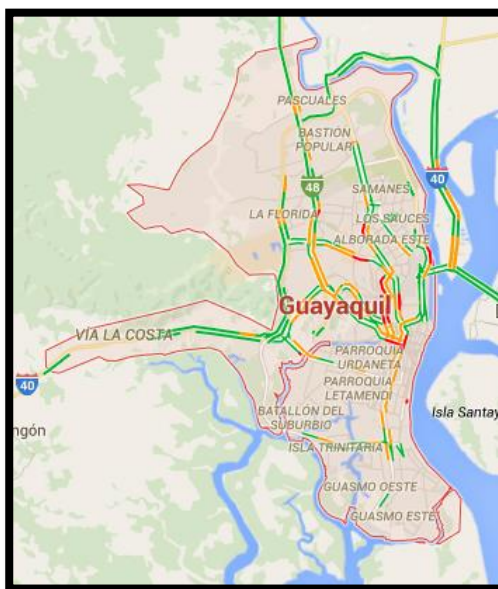
La ciudad de Guayaquil está conformada por 581795 usuarios residenciales de los cuales se tomara una muestra aleatoria con un intervalo de confianza del 95% con un error del 5% con el objetivo de modelar los niveles de consumo de energía eléctrica mediante herramientas computacionales, para establecer un perfil de carga modelo de cada zona y poder realizar proyecciones de consumo de energía eléctrica de los usuarios residenciales en la ciudad de Guayaquil debido al crecimiento del consumo eléctrico que existe por el aumento de los clientes residenciales y además por la entrada de las cocinas a inducción que el Gobierno Ecuatoriano está promocionando

mediante el PEC (Programa de Cocción Eficiente) sustituyendo a las actuales cocinas a gas.

## 1.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA MUESTRA

La muestra aleatoria de los usuarios está ubicada en la provincia de Guayas, en la ciudad de Guayaquil.

El área que suministra el servicio eléctrico a todos los usuarios en la ciudad de Guayaquil es la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Guayaquil, a continuación se adjunta la figura 1.1 correspondiente a la Toma de Muestras Aleatorias.



**Figura 1.1** Toma de Muestras Aleatorias

### 1.3 MEDIDORES AMI




El sistema de Infraestructura de Medidores Avanzados (AMI) es un programa que lleva la red eléctrica existente a la era digital. Los Medidores Inteligentes son el centro del Programa AMI, nos llevarán hacia una nueva era en el suministro de energía y el servicio al cliente. Esto representa una gran cantidad de beneficios que incluyen: mayor confiabilidad, mejor servicio al cliente y herramientas innovadoras que le ayudarán a ahorrar dinero y energía, a continuación se adjunta la figura 1.2 correspondiente a la Infraestructura de Medidores Inteligentes.



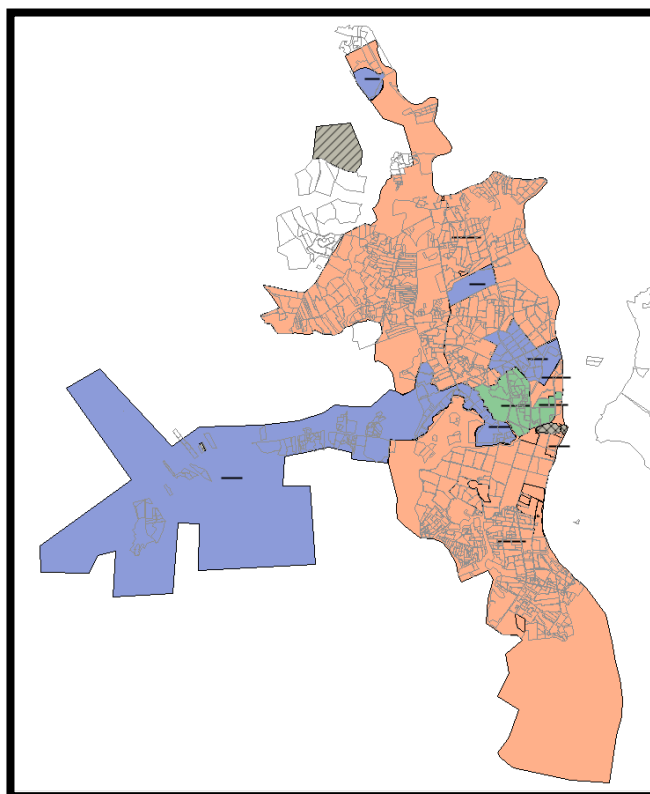
Figura 1.2 Infraestructura de Medidores Inteligentes

Estos mismos se comunican o se interconectan por radio frecuencia (RF), haciendo repeticiones entre si y la información que recaban es enviada a un colector, el cual envía a las redes de la empresa eléctrica, además tiene un sistema de corte que se lo maneja desde las oficinas de la empresa eléctrica.

En la ciudad se tiene tres clases de medidores AMI:

- General Electric 
- Itron 
- Elster 

Estos tres tipos de tecnología fueron instalados principalmente a usuarios de alto consumo en toda la ciudad, a continuación se adjunta la Figura 1.3 correspondiente a los Tipos de Tecnología AMI Instaladas.



**Figura 1.3** Tipos de Tecnología AMI Instaladas

#### **1.4 DEMANDA MÁXIMA**

La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando al mismo tiempo. La demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo.

#### **1.5 POTENCIA ELÉCTRICA**

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o

absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

### **1.6 DEMANDA PROMEDIO**

La demanda promedio es la relación de la suma de toda la demanda en un intervalo de tiempo dividido para el tiempo de dicho intervalo.

### **1.7 FACTOR DE CARGA**

Es la relación que existe entre la demanda promedio y la demanda máxima en un periodo de tiempo.

### **1.8 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

### **1.9 FACTOR DE POTENCIA**

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre

la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal puro, etc.

El factor de potencia indica la proporción de Potencia Activa y Reactiva consumida en la red eléctrica.

## **CAPÍTULO 2**

### **USUARIOS RESIDENCIALES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Los usuarios residenciales corresponden a los clientes con suministro eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de la energía eléctrica, es decir, en cualquier residencia familiar independientemente del tamaño de la carga conectada.

En esta categoría también se incluyen a los clientes de escasos recursos económicos y bajos consumos que tienen integrada a sus viviendas una pequeña actividad comercial o artesanal.

El consumo de electricidad dentro del sector residencial para la ciudad de Guayaquil se encuentra repartido en iluminación que representa un 48% del consumo de energía, equipos (éstos incluyen los



electrodomésticos principales y A/C) con un 42% y otros (son otros dispositivos que pueden estar presentes en un hogar distintos de los analizados anteriormente, como pueden ser un secador de pelo, una computadora o pequeños electrodomésticos de cocina).

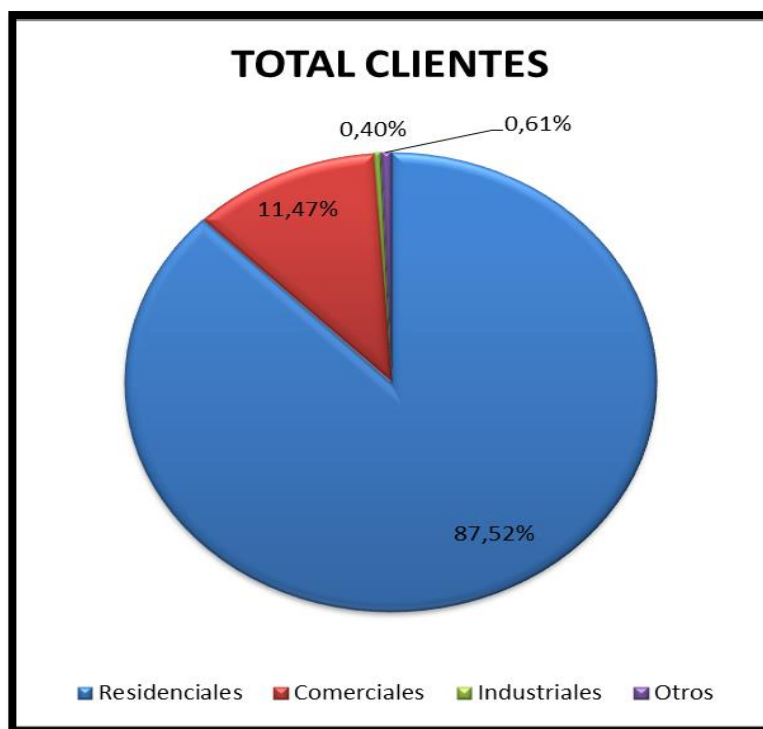
## 2.2 CANTIDAD DE USUARIOS RESIDENCIALES

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Guayaquil cuenta con un aproximado de 581.761 clientes tipo residencial activos que incluyen consumidores que tienen integrado una actividad comercial (Tabla 1).

**Tabla 1** Total de Clientes en la Ciudad de Guayaquil

CATEGORIA	TOTAL CLIENTES
Residenciales	581.795
Comerciales	76.229
Industriales	2.672
Otros	4.057
<b>TOTAL</b>	<b>664.753</b>

Los usuarios residenciales representan al 87,4 % del total de abonados como se muestra en la Figura 2.1, de los cuales 43940 usuarios residenciales tienen medidores de consumo eléctrico inteligentes o también llamados AMI.



**Figura 2.1** Usuarios de CNEP EP. Guayaquil

### 2.3 USUARIOS CON TECNOLOGIA AMI

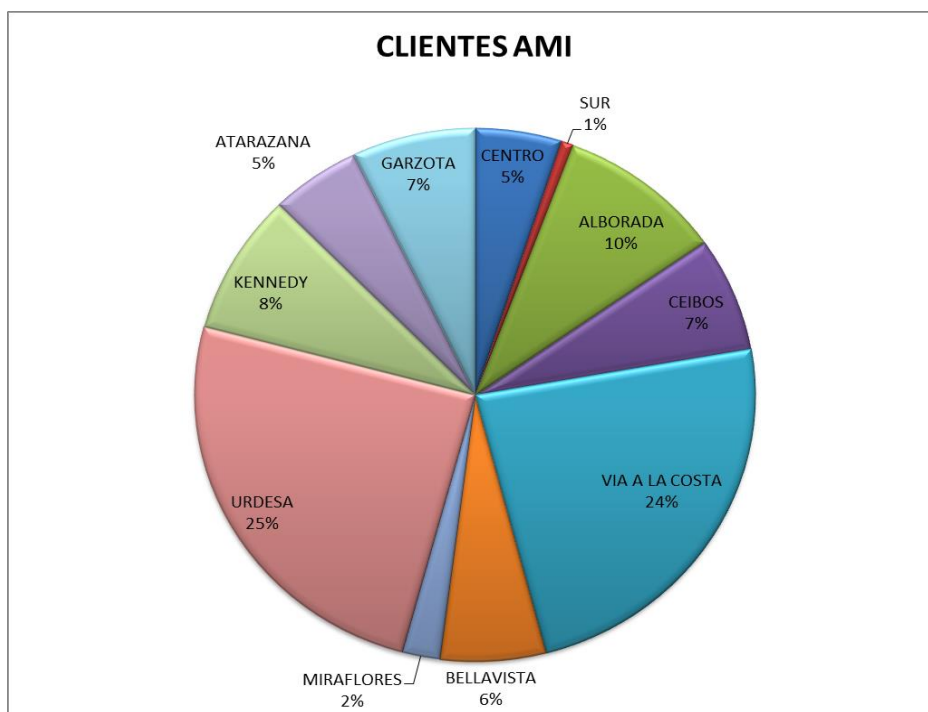
El área de concesión de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEP EP. Guayaquil cuenta con 43940 medidores AMI (Advanced Metering Infrastructure, Infraestructura de Medición Avanzada) instalados a los Usuarios

Residenciales en diferentes zonas de la ciudad de Guayaquil que están considerados como grandes consumidores (ver Tabla 2)

**Tabla 2** Clientes AMI

GUAYAQUIL	
CLIENTES AMI	TOTAL CLIENTES RESIDENCIALES
43940	581795

Los usuarios que cuentan con esta tecnología se encuentran repartidos en 11 Zonas estando la mayor parte concentrada en el norte de la ciudad de Guayaquil como se muestra en la Figura 2.2.



**Figura 2.2** Clientes AMI

Las zonas en las que se encuentran instalados los medidores AMI y la cantidad de medidores por zona, así como el total de clientes se las presenta a continuación (ver Tabla 3)

**Tabla 3** Clientes AMI por Zona

ZONAS	CLIENTES AMI	TOTAL CLIENTES
CENTRO	2181	37966
SUR	314	143725
ALBORADA	4229	22744
CEIBOS	3047	3069
VIA A LA COSTA	10404	10446
BELLAVISTA	2675	2695
MIRAFLORES	964	970
URDESA	10955	11122
KENNEDY	3746	3808
ATARAZANA	2286	2319
GARZOTA	3139	3187
<b>TOTAL</b>	<b>43940</b>	<b>242051</b>

Del total de clientes y de la cantidad de Medidores AMI instalados en cada zona seleccionada de la ciudad de Guayaquil, obtenemos el porcentaje de avance y sustitución de medidores convencionales por medidores inteligentes con tecnología AMI (ver Tabla 4).

**Tabla 4** Medidores AMI Instalados

<b>MEDIDORES AMI INSTALADOS</b>	
<b>ZONAS</b>	<b>%</b>
<b>CENTRO</b>	5,74%
<b>SUR</b>	0,22%
<b>ALBORADA</b>	18,59%
<b>CEIBOS</b>	99,28%
<b>VIA A LA COSTA</b>	99,60%
<b>BELLAVISTA</b>	99,26%
<b>MIRAFLORES</b>	99,38%
<b>URDESA</b>	98,50%
<b>KENNEDY</b>	98,37%
<b>ATARAZANA</b>	98,58%
<b>GARZOTA</b>	98,49%

Los medidores de energía AMI tienen la capacidad de calcular el consumo de Energía exacto del usuario por hora, día, semana y mes en intervalos de tiempo.

#### **2.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL**

El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) en su informe del año 2013 nos muestra el consumo promedio de energía en los usuarios residenciales, siendo el consumo más alto por usuario residencial entre todas las ciudades del Ecuador con un aproximado de 183,80 KWh-mes. Pudiendo estimar un aproximado del valor del costo mensual en dólares del consumo de los abonados con tarifa residencial, con un valor de \$19,68 USD.

## **CAPÍTULO 3**

### **DETERMINACION DE LA MUESTRA ESTADISTICA PARA LA INVESTIGACION**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Al escoger una muestra se espera que ésta caracterice a la población estudiada. Para que el muestreo sea válido y se elabore un estudio apropiado, se deben satisfacer algunos requisitos como estimar los márgenes de error que se tienen de las estimaciones hechas a la población en nuestro caso a los usuarios residenciales, aunque no se está completamente seguro de que la muestra sea una muestra representativa sí se puede actuar de manera que esta condición se alcance con una probabilidad alta.

Existen dos métodos para elegir la muestra, el muestreo no aleatorio o de juicio que se basa en la experiencia de alguien con la población y el muestreo aleatorio o probabilístico en el que todos los elementos de la población tienen la oportunidad de ser elegidos en la muestra.

### **3.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE MUESTREO A UTILIZAR**

Cuando el universo de estudio es bastante numeroso es recomendable realizar la investigación por muestreo probabilístico, y dependiendo de la población y de los resultados esperados, se escoge el método que más se acomode a la investigación.

Este análisis del sector residencial se desarrollara con base a un muestreo aleatorio o probabilístico ya que nuestra población es bastante grande en el que se considera que el total de clientes es homogéneo y los clientes a ser muestreados tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

De los 581795 Clientes Residenciales que utilizan los servicios de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica CNEL EP. Guayaquil, el estudio ira dirigido especialmente a los 43,940 usuarios que cuentan con

medidores inteligentes (AMI) los cuales vendrían a ser nuestra población o universo, ya que dichos medidores cuentan en su base de datos con la información necesaria de consumo de energía cada 15 minutos de al menos un periodo de un año necesaria para modelar el perfil de carga diario, semanal y anual.

### **3.3 MUESTREO DE LOS USUARIOS AMI POR EL METODO DE MUNCH Y ANGELES**

De los 43,940 usuarios residenciales con medidores AMI se realizara un muestreo probabilístico que nos permita obtener el número de muestras necesarias para el desarrollo del modelo de Perfil de Carga de los clientes residenciales con un intervalo de confianza del 95%, y un error del 5%, dicha muestra se calculara utilizando la fórmula estadística propuesta por Munch y Ángeles que es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 N p q}{N \varepsilon^2 + z^2 p q} \quad (3.1)$$

*En donde:*

*z= Coeficiente de nivel de confianza,*

*N= Universo o Población,*



$p$ = Probabilidad a favor,

$q$ = Probabilidad en contra,

$n$ = Tamaño de la muestra,

$E$ = Error de estimación,

Donde los datos obtenidos son los siguientes:

$z = 1.96$

$N = 43940$

$p = 50\%$

$q = 50\%$

$e = 0,05$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 43940 \times 0.5 \times 0.5}{43940(0.05)^2 + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5} = 381 \quad (3.2)$$

El número de usuarios requeridos del total de clientes residenciales con medidores AMI en la ciudad de Guayaquil corresponde a 381.

Es importante resaltar, que los valores tomados para  $p$  y  $q$  se fijaron en base a la probabilidad de acuerdo a los objetivos de la investigación, el valor del coeficiente de confianza ( $z$ ) es estándar.

**Tabla 5** Número de Muestra

NUMERO DE MUESTRAS ALEATORIAS	
n	381

### 3.4 MUESTREO DE USUARIOS AMI POR ZONA

Con el objetivo de representar de mejor manera el perfil de carga de la ciudad de Guayaquil es necesario zonificar el área de concesión de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica CNEL EP. Guayaquil y obtener los perfiles de carga independientes para cada zona, para este efecto tomaremos en cuenta las 11 zonas en donde se encuentran instalados los medidores AMI (ver Tabla 6).

**Tabla 6** Zonas AMI

ZONAS	
1	CENTRO
2	SUR
3	ALBORADA
4	CEIBOS
5	VIA A LA COSTA
6	BELLAVISTA
7	MIRAFLORES
8	URDESA
9	KENNEDY
10	ATARAZANA
11	GARZOTA

Para determinar cuántos usuarios residenciales vamos a utilizar en cada zona de la ciudad de Guayaquil, utilizaremos el porcentaje de usuarios con tecnología AMI existentes en cada zona de acuerdo al número total de clientes AMI (ver Tabla 7).

**Tabla 7** Distribución de medidores AMI por Zonas

PORCENTAJE DE MEDIDORES AMI	
ZONAS	%
CENTRO	4,96
SUR	0,71
ALBORADA	9,62
CEIBOS	6,93
VIA A LA COSTA	23,68
BELLAVISTA	6,09
MIRAFLORES	2,19
URDESA	24,93
KENNEDY	8,53
ATARAZANA	5,20
GARZOTA	7,14
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>

De esta manera sabiendo que la muestra total a utilizar es de  $n=381$  que corresponde al 100% de usuarios en Guayaquil y realizando un cálculo (regla de 3) determinaremos el número de usuarios a utilizar en cada zona (ver Tabla 8).

**Tabla 8** Numero de muestras por Zona

<b>MUESTRAS POR ZONA</b>	
<b>ZONAS</b>	<b># DE MUESTRAS</b>
CENTRO	19
SUR	3
ALBORADA	37
CEIBOS	26
VIA A LA COSTA	90
BELLAVISTA	23
MIRAFLORES	8
URDESA	95
KENNEDY	32
ATARAZANA	20
GARZOTA	27
<b>TOTAL</b>	<b>381</b>

### 3.5 RECOPIACION DE LA INFORMACION

Para la recopilación y depuración de los datos obtenidos, es necesario verificar que la información brindada por la Empresa Eléctrica Pública Estratégica CNEL EP. Guayaquil sea tomada de los Medidores AMI seleccionados en la muestra característica de la población para cada zona y que contengan el consumo de Energía Activa y Reactiva de cada usuario teniendo en cuenta los intervalos de tiempo escogidos para el estudio y que hayan sido del año 2014.

Para realizar esto se solicitó el registro total de clientes AMI por cada zona y se escogió de manera aleatoria la cantidad de medidores

determinamos en la muestra para cada zona, con la cual se realizó un listado de usuarios por zona y se solicitó las mediciones de cada uno de estos.

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- El intervalo de consumo debe ser siempre de 15 minutos
- Los registros deben separarse según el día y la hora
- Los datos requeridos deben ser de al menos 1 año

## **CAPÍTULO 4**

### **OBTENCION DE LAS CURVA DE CARGA**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Para obtener las curvas de carga utilizaremos herramientas digitales (Excel) para modelar un perfil de Potencia y Energía, con las cuales podemos predecir en un futuro como va a ir creciendo la carga y que disponibilidad de equipos se requiere para suplir esta demanda en constante crecimiento y la reducción de tasa de falla repentinos que podemos evitar en un futuro, mejorando la confiabilidad y optimización del sistema con una alta calidad de suministro correspondiente del sector eléctrico.

Por otro lado, la empresa eléctrica está constantemente sometida a una creciente presión que obliga a alcanzar un nivel adecuado de calidad en base a normas y estándares, de manera que pueda responder satisfactoriamente a las exigencias de los usuarios.

La finalidad de estas curvas es de conocer el grado de comportamiento de la Potencia y Energía consumida por cada abonado residencial en cada zona.

#### **4.1 CURVA DE CARGA DIARIA**

Para realizar la curva de carga diaria se solicitó información de la base de datos de la Empresa Eléctrica de Guayaquil de cada uno de usuarios residenciales escogidos en la muestra por zonas en el Capítulo 2.

Las mediciones que se obtuvieron fueron de un periodo de alrededor de 1 año por cada usuario que garantice una curva promedio eficaz, para la cual se registró la información cada 15 minutos, y los parámetros utilizados en la presente tesis fueron: Voltaje y energía consumida por el cliente, con la cual se elaboró una media de cuatro registros para obtener el consumo para cada hora.

Para obtener la curva de carga de cada sector se procedió de la siguiente manera:

- Se realizó una hoja de cálculo en Excel en la que se transfirieron los consumos cada 15 minutos de todos los usuarios de la zona a ser estudiada.
- Se promediaron los consumos horarios de todas las muestras de dicha zona.

A continuación se detallan los procedimientos a seguir para el ingreso de datos en la hoja de cálculo y tomaremos con ejemplo a la zona 10 que pertenece a la ATARAZANA.

#### **4.1.1 INGRESO DE DATOS**

1. La hoja de cálculo permite el ingreso de datos de todos los clientes y sus consumos históricos de la zona a estudiar, esta hoja de cálculo permite la comprobación y validación de la información obtenida, en la siguiente Figura 4.1 se muestra los datos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil.



	CLIENTE	DATE	TIME	KWH	KVARH
	1123809	12/03/2014	9:00	0,1505	0,0385
	1123809	12/03/2014	8:45	0,15	0,0485
	1123809	12/03/2014	9:15	0,1095	0,013
	1123809	12/03/2014	9:30	0,1165	0,0255
	1123809	12/03/2014	9:45	0,13	0,0485
	1123809	12/03/2014	10:00	0,1185	0,05
	1123809	12/03/2014	10:15	0,1	0,0245
	1123809	12/03/2014	10:30	0,0925	0,0095
	1123809	12/03/2014	10:45	0,132	0,043
	1123809	12/03/2014	11:00	0,1395	0,0495
	1123809	12/03/2014	11:15	0,1935	0,0265
	1123809	12/03/2014	11:30	0,1435	0,01
	1123809	12/03/2014	11:45	0,263	0,0475
	1123809	12/03/2014	12:00	0,228	0,051
	1123809	12/03/2014	12:15	0,179	0,049
	1123809	12/03/2014	12:30	0,179	0,049
	1123809	12/03/2014	12:45	0,183	0,0495
	1123809	12/03/2014	13:00	0,254	0,0475
	1123809	12/03/2014	13:15	0,181	0,0495
	1123809	12/03/2014	13:30	0,1965	0,052
	1123809	12/03/2014	13:45	0,181	0,0475
	1123809	12/03/2014	14:00	0,1575	0,027
	1123809	12/03/2014	14:15	0,137	0,01
	1123809	12/03/2014	14:30	0,157	0,029
	1123809	12/03/2014	14:45	0,172	0,0445
	1123809	12/03/2014	15:00	0,1725	0,0435
	1123809	12/03/2014	15:15	0,1535	0,0375
	1123809	12/03/2014	15:30	0,1195	0,0105
	1123809	12/03/2014	15:45	0,121	0,018
	1123809	12/03/2014	16:00	0,1675	0,046
	1123809	12/03/2014	16:15	0,1645	0,0455
	1123809	12/03/2014	16:30	0,3995	0,1185
	1123809	12/03/2014	16:45	0,4385	0,1125
	1123809	12/03/2014	17:00	0,4075	0,064
	1123809	12/03/2014	17:15	0,428	0,078

**Figura 4.1** Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil

2. Mediante un filtro se selecciona el consumo por día del año 2014 que será nuestro año referencial, en la siguiente Figura 4.2 se muestra la selección de datos por fecha de todos los clientes de la zona.

CLIENT	DATE	TIME	KWH	KVAR
		9:00	0,1505	0,0385
		8:45	0,15	0,0485
		9:15	0,1095	0,013
		9:30	0,1165	0,0255
		9:45	0,13	0,0485
		10:00	0,1185	0,05
		10:15	0,1	0,0245
		10:30	0,0925	0,0095
		10:45	0,132	0,043
		11:00	0,1395	0,0495
		11:15	0,1935	0,0265
		11:30	0,1435	0,01
		11:45	0,263	0,0475
		12:00	0,228	0,051
		12:15	0,179	0,049
		12:30	0,179	0,049
		12:45	0,183	0,0495
		13:00	0,254	0,0475
		13:15	0,181	0,0495
		13:30	0,1965	0,052
		13:45	0,181	0,0475
		14:00	0,1575	0,027
		14:15	0,137	0,01
		14:30	0,157	0,029
		14:45	0,172	0,0445
		15:00	0,1725	0,0435
		15:15	0,1535	0,0375
		15:30	0,1195	0,0105
		15:45	0,121	0,018
		16:00	0,1675	0,046
		16:15	0,1645	0,0455
		16:30	0,3995	0,1185
		16:45	0,4385	0,1125
		17:00	0,4075	0,064
1123809	12/03/2014	15:45	0,121	0,018
1123809	12/03/2014	16:00	0,1675	0,046
1123809	12/03/2014	16:15	0,1645	0,0455
1123809	12/03/2014	16:30	0,3995	0,1185
1123809	12/03/2014	16:45	0,4385	0,1125
1123809	12/03/2014	17:00	0,4075	0,064

Figura 4.2 Selección de datos de los Usuarios por Fecha

#### 4.1.2 CURVA DE ENERGIA DIARIA

Luego de haber ingresado y filtrado los datos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil realizaremos los siguientes pasos:

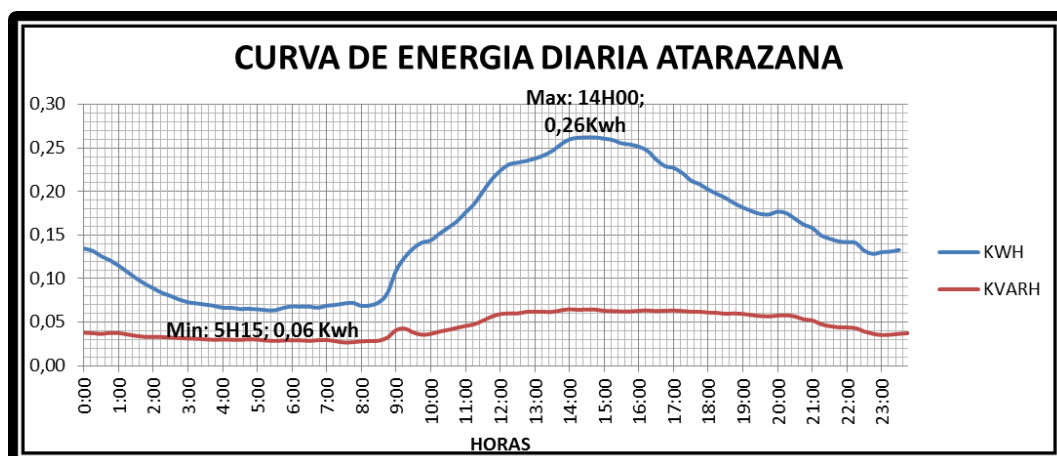
1. Se procede a promediar el consumo de Energía Activa y Reactiva de todos los clientes de la zona en cada

intervalo de tiempo de 15 minutos en la hoja de cálculo mediante una función lógica (=PROMEDIO.SI.CONJUNTO), permitiéndonos obtener la curva diaria de energía, en la Figura 4.3 mostramos la formula usada para promediar los KWH y KVARH a través de la hoja de cálculo.

SUMAR.SI.CONJUNTO(=PROMEDIO.SI.CONJUNTO(\$D\$3:\$D\$100000;\$C\$3:\$C\$1000000;G3;\$D\$3:\$D\$1000000;">0")														
PROMEDIO.SI.CONJUNTO(rango_promedio; rango_criterios1; criterio1; [rango_criterios2; criterio2]; [rango_criterios3; criterio3]; ...)														
ATARAZANA														
	CLIENTE	DATE	TIME	KWH	KVARH	TIME	KWH	KWH PROMEDIO	KW	KVARH	KVARH PROMEDIO	KVAR	FACTOR DE POTENCIA	PROMEDIO FP
3	1123809	12/03/2014	9:00	0,1505	0,0385	0:00	=PROMEDIO		0,54	0,04		0,15	0,96	
4	1123809	12/03/2014	8:45	0,15	0,0485	0:15	0,13		0,53	0,04		0,15	0,96	
5	1123809	12/03/2014	9:15	0,1095	0,013	0:30	0,13	0,13	0,50	0,04	0,04	0,15	0,96	0,96
6	1123809	12/03/2014	9:30	0,1165	0,0255	0:45	0,12		0,48	0,04		0,15	0,95	
7	1123809	12/03/2014	9:45	0,13	0,0485	1:00	0,11		0,46	0,04		0,15	0,95	
8	1123809	12/03/2014	10:00	0,1185	0,05	1:15	0,11		0,43	0,04		0,14	0,95	
9	1123809	12/03/2014	10:15	0,1	0,0245	1:30	0,10	0,10	0,40	0,03	0,04	0,14	0,95	0,95
10	1123809	12/03/2014	10:30	0,0925	0,0095	1:45	0,09		0,38	0,03		0,13	0,94	
11	1123809	12/03/2014	10:45	0,132	0,043	2:00	0,09		0,36	0,03		0,13	0,94	
12	1123809	12/03/2014	11:00	0,1395	0,0495	2:15	0,08		0,33	0,03		0,13	0,93	
13	1123809	12/03/2014	11:15	0,1935	0,0265	2:30	0,08	0,08	0,32	0,03	0,03	0,13	0,93	0,93
14	1123809	12/03/2014	11:30	0,1495	0,01	2:45	0,08		0,30	0,03		0,13	0,92	
15	1123809	12/03/2014	11:45	0,263	0,0475	3:00	0,07		0,29	0,03		0,13	0,92	
16	1123809	12/03/2014	12:00	0,228	0,051	3:15	0,07	0,07	0,29	0,03	0,03	0,12	0,92	0,92
17	1123809	12/03/2014	12:15	0,179	0,049	3:30	0,07		0,28	0,03		0,12	0,92	
18	1123809	12/03/2014	12:30	0,179	0,049	3:45	0,07		0,28	0,03		0,12	0,92	
19	1123809	12/03/2014	12:45	0,183	0,0495	4:00	0,07		0,27	0,03		0,12	0,91	
20	1123809	12/03/2014	13:00	0,254	0,0475	4:15	0,07	0,07	0,27	0,03	0,03	0,12	0,91	0,91
21	1123809	12/03/2014	13:15	0,181	0,0495	4:30	0,07		0,26	0,03		0,12	0,91	
22	1123809	12/03/2014	13:30	0,1965	0,052	4:45	0,07		0,26	0,03		0,12	0,91	
23	1123809	12/03/2014	13:45	0,181	0,0475	5:00	0,06		0,26	0,03		0,12	0,91	
24	1123809	12/03/2014	14:00	0,1575	0,027	5:15	0,06	0,06	0,26	0,03	0,03	0,12	0,91	0,91
25	1123809	12/03/2014	14:15	0,137	0,01	5:30	0,06		0,25	0,03		0,11	0,91	
26	1123809	12/03/2014	14:30	0,157	0,029	5:45	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92	
27	1123809	12/03/2014	14:45	0,172	0,0445	6:00	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92	
28	1123809	12/03/2014	15:00	0,172	0,0445	6:15	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92	

**Figura 4.3** Formula para obtener el Promedio de Consumo de Energía

2. Luego se procedió a graficar la curva de Energía Activa y Reactiva Diaria promedio de la zona estudiada, ver Figura 4.4.



**Figura 4.4** Curva de Energía Diaria

#### 4.1.3 CURVA DE POTENCIA DIARIA

Con la información obtenida en la curva de Energía Diaria se puede calcular el consumo de Potencia en la zona de la siguiente manera:

1. Se divide los datos de consumo Energía para el tiempo de medición que en este caso es 0.25 Horas (15 minutos) y de esta manera podemos obtener los valores de Potencia Activa (KW) y Reactiva (KVAR) durante el día (Ver Figura 4.5).

SUMAR.SI.CONJUN												=H3/0,25											
												ATARAZANA											
TIME	KWH	KVARH	TIME	KWH	KWH PROMEDIO	KW	KVARH	KVARH PROMEDIO	KVAR	FACTOR DE POTENCIA	PROMEDIO FP												
9:00	0,1505	0,0385	0:00	0,13		=H3/0,25	0,04		0,15	0,96													
8:45	0,15	0,0485	0:15	0,13	0,13	0,35	0,04	0,04	0,15	0,96	0,96												
9:15	0,1095	0,013	0:30	0,13		0,50	0,04		0,15	0,96													
9:30	0,1165	0,0255	0:45	0,12		0,48	0,04		0,15	0,95													
9:45	0,13	0,0485	1:00	0,11		0,46	0,04		0,15	0,95													
10:00	0,1185	0,05	1:15	0,11	0,10	0,43	0,04	0,04	0,14	0,95	0,95												
10:15	0,1	0,0245	1:30	0,10		0,40	0,03		0,14	0,95													
10:30	0,0925	0,0095	1:45	0,09		0,38	0,03		0,13	0,94													
10:45	0,132	0,043	2:00	0,09		0,36	0,03		0,13	0,94													
11:00	0,1395	0,0495	2:15	0,08	0,08	0,33	0,03	0,03	0,13	0,93	0,93												
11:15	0,1935	0,0265	2:30	0,08		0,32	0,03		0,13	0,93													
11:30	0,1435	0,01	2:45	0,08		0,30	0,03		0,13	0,92													
11:45	0,263	0,0475	3:00	0,07		0,29	0,03		0,13	0,92													
12:00	0,228	0,051	3:15	0,07	0,07	0,29	0,03	0,03	0,12	0,92	0,92												
12:15	0,179	0,049	3:30	0,07		0,28	0,03		0,12	0,92													
12:30	0,179	0,049	3:45	0,07		0,28	0,03		0,12	0,92													
12:45	0,183	0,0495	4:00	0,07		0,27	0,03		0,12	0,91													
13:00	0,254	0,0475	4:15	0,07	0,07	0,27	0,03	0,03	0,12	0,91	0,91												
13:15	0,181	0,0495	4:30	0,07		0,26	0,03		0,12	0,91													
13:30	0,1965	0,052	4:45	0,07		0,26	0,03		0,12	0,91													
13:45	0,181	0,0475	5:00	0,06		0,26	0,03		0,12	0,91													
14:00	0,1575	0,027	5:15	0,06	0,06	0,26	0,03	0,03	0,12	0,91	0,91												
14:15	0,137	0,01	5:30	0,06		0,25	0,03		0,11	0,91													
14:30	0,157	0,029	5:45	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92													
14:45	0,172	0,0445	6:00	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92													
15:00	0,1735	0,0445	6:15	0,07		0,27	0,03		0,12	0,92													

Figura 4.5 Formula para obtener el Promedio de Consumo de Potencia

- Una vez obtenidos los cálculos procedemos a realizar la curva de Potencia Diaria para la zona ( Ver Figura 4.6

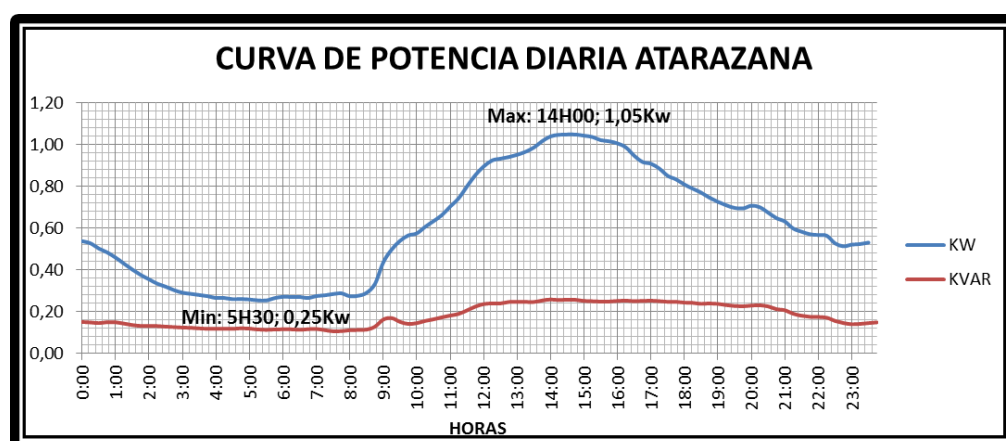


Figura 4.6 Curva de Potencia Diaria

#### 4.1.4 FACTOR DE POTENCIA

En la última década se ha visto un incremento notable de cargas no lineales entre ellas los focos ahorradores y equipos electrónicos de uso masivo en los usuarios residenciales, este tipo de cargas se han vuelto indispensables en la cotidianidad de vida de las personas, produciendo que cada usuario residencial tenga como resultado un factor de potencia bajo, debido al aumento del consumo de Potencia Reactiva y como consecuencia podría producirse los siguientes inconvenientes:

Al Usuario:

- Fuertes Caídas de Voltaje y Pérdidas en los conductores
- La temperatura en los conductores aumenta y esto disminuye la vida útil de su aislamiento.
- Aumento de la intensidad de corriente
- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad
- Reducción de la capacidad de conducción de los conductores

A la Empresa Eléctrica:

- Mayor inversión en equipos de generación, ya que su capacidad en KVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.
- Mayor capacidad en las líneas de transmisión, su transmisión y distribución así como en los transformadores para el transporte de esta energía reactiva.
- Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

El Factor de Potencia establecido por la Empresa Eléctrica tiene que ser mayor o igual a 0,92.

Para calcular el comportamiento del factor de potencia promedio durante un día lo haremos mediante la siguiente formula:

$$Fp = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} \quad (4.1)$$

Dónde:

P= Potencia Activa

Q= Potencia Reactiva

Fp= Factor de Potencia

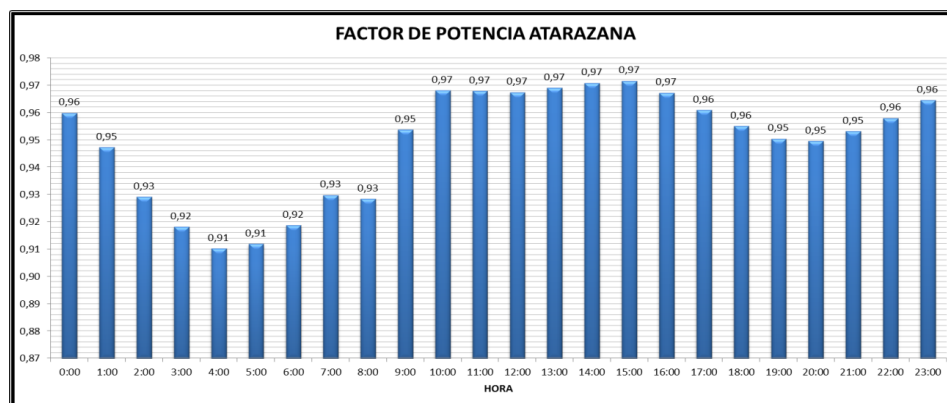
La cual evaluaremos en nuestra hoja de cálculo utilizando los valores promedio de Potencia Activa y Reactiva obtenidos anteriormente (ver Figura 4.7)

SUMAR.SI.CONJUN										=J3/(RAIZ((J3*J3)+(M3*M3)))									
					ATARAZANA														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O				
	CUENTE	DATE	TIME	KWH	KVARH		TIME	KWH	KWH PROMEDIO	KW	KVARH	KVARH PROMEDIO	KVAR	FACTOR DE POTENCIA	PROMEDIO FP				
3	1123809	12/03/2014	9:00	0,1505	0,0385		0:00	0,13		0,54	0,04		0,15	=J3/(RAIZ((J3*J3)+(M3*M3)))					
4	1123809	12/03/2014	8:45	0,15	0,0485		0:15	0,13		0,53	0,04		0,15		0,96				
5	1123809	12/03/2014	9:15	0,1095	0,013		0:30	0,13	0,13	0,50	0,04	0,04	0,15						
6	1123809	12/03/2014	9:30	0,1165	0,0255		0:45	0,12		0,48	0,04		0,15		0,95				
7	1123809	12/03/2014	9:45	0,13	0,0485		1:00	0,11		0,46	0,04		0,15		0,95				
8	1123809	12/03/2014	10:00	0,1185	0,09		1:15	0,11		0,43	0,04		0,14		0,95				
9	1123809	12/03/2014	10:15	0,1	0,0245		1:30	0,10		0,40	0,03	0,04	0,14		0,95				
10	1123809	12/03/2014	10:30	0,0925	0,0095		1:45	0,09		0,38	0,03		0,13		0,94				
11	1123809	12/03/2014	10:45	0,132	0,043		2:00	0,09		0,36	0,03		0,13		0,94				
12	1123809	12/03/2014	11:00	0,1395	0,0495		2:15	0,08		0,33	0,03	0,03	0,13		0,93				
13	1123809	12/03/2014	11:15	0,1935	0,0265		2:30	0,08	0,08	0,32	0,03		0,13		0,93				
14	1123809	12/03/2014	11:30	0,1435	0,01		2:45	0,08		0,30	0,03		0,13		0,92				
15	1123809	12/03/2014	11:45	0,263	0,0475		3:00	0,07		0,29	0,03		0,13		0,92				
16	1123809	12/03/2014	12:00	0,228	0,051		3:15	0,07		0,29	0,03	0,03	0,12		0,92				
17	1123809	12/03/2014	12:15	0,179	0,049		3:30	0,07	0,07	0,28	0,03		0,12		0,92				
18	1123809	12/03/2014	12:30	0,179	0,049		3:45	0,07		0,28	0,03		0,12		0,92				
19	1123809	12/03/2014	12:45	0,183	0,0495		4:00	0,07		0,27	0,03		0,12		0,91				
20	1123809	12/03/2014	13:00	0,254	0,0475		4:15	0,07		0,27	0,03	0,03	0,12		0,91				
21	1123809	12/03/2014	13:15	0,181	0,0495		4:30	0,07	0,07	0,26	0,03		0,12		0,91				
22	1123809	12/03/2014	13:30	0,1965	0,052		4:45	0,07		0,26	0,03		0,12		0,91				
23	1123809	12/03/2014	13:45	0,181	0,0475		5:00	0,06		0,26	0,03		0,12		0,91				
24	1123809	12/03/2014	14:00	0,1575	0,027		5:15	0,06		0,26	0,03	0,03	0,12		0,91				
25	1123809	12/03/2014	14:15	0,137	0,01		5:30	0,06	0,06	0,25	0,03		0,11		0,91				
26	1123809	12/03/2014	14:30	0,157	0,029		5:45	0,07		0,27	0,03		0,12		0,92				
27	1123809	12/03/2014	14:45	0,172	0,0445		6:00	0,07		0,27	0,03		0,12		0,92				

**Figura 4.7** Formula para obtener el Promedio de Factor de Potencia

Una vez obtenidos los valores de Factor de Potencia promedio procederemos a graficar el comportamiento del Factor de Potencia durante el día (Ver Figura 4.8)





**Figura 4.8** Comportamiento del Factor de Potencia

#### 4.1.5 CURVA DE POTENCIA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS

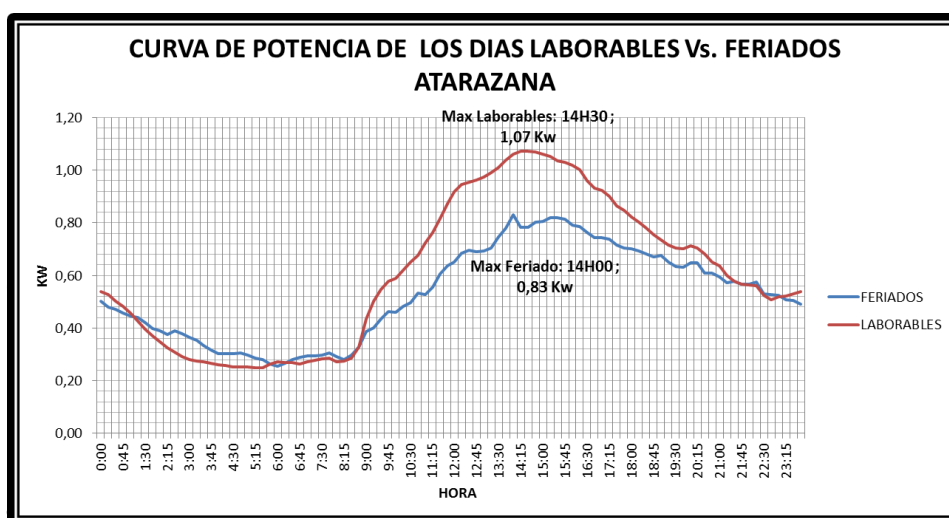
La curva de los días laborables y feriados se realiza de manera similar a las curvas realizadas en el punto 4.1 en donde se describen los pasos a seguir para graficar las curvas de carga diaria.

Haciendo un breve resumen de los pasos a seguir empezamos calculando la curva de potencia de los días laborables:

1. Ingreso de datos a la hoja de calculo
2. Filtramos los días laborables de todo el año
3. Promediamos el consumo de energía cada 15 minutos de todo el año

4. Dividimos cada dato promediado para 0.25H y obtenemos el consumo de Potencia promedio de los días laborable
5. Procedemos a graficar

Para el caso de la curva de potencia de los días feriados realizamos los mismos pasos anteriores cambiando únicamente el punto 2, ya que esta vez filtraremos los datos de los días decretados como feriado nacional y procedemos a graficar tal como se muestra en la Figura 4.9



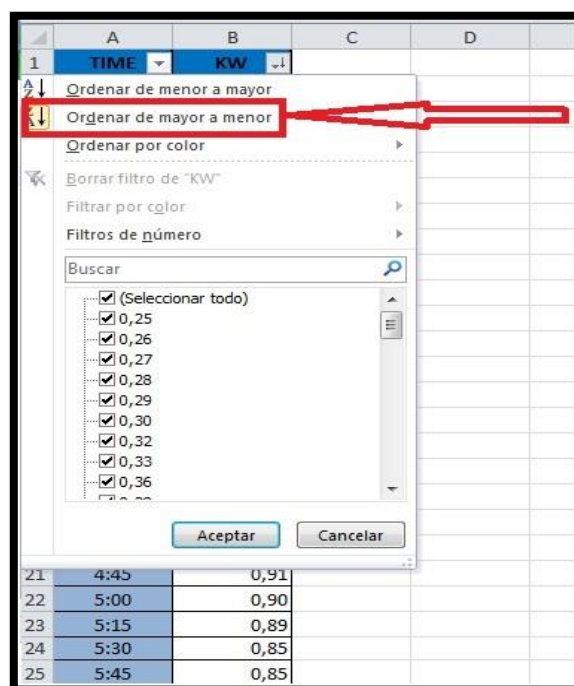
**4.9** Curva de Potencia de los Días Laborables Vs. Feriados

#### 4.1.6 CURVA DE DURACION DE LA CARGA

Para programar la generación eléctrica a largo plazo se utiliza la curva de demanda anual, la cual es ordenada de manera

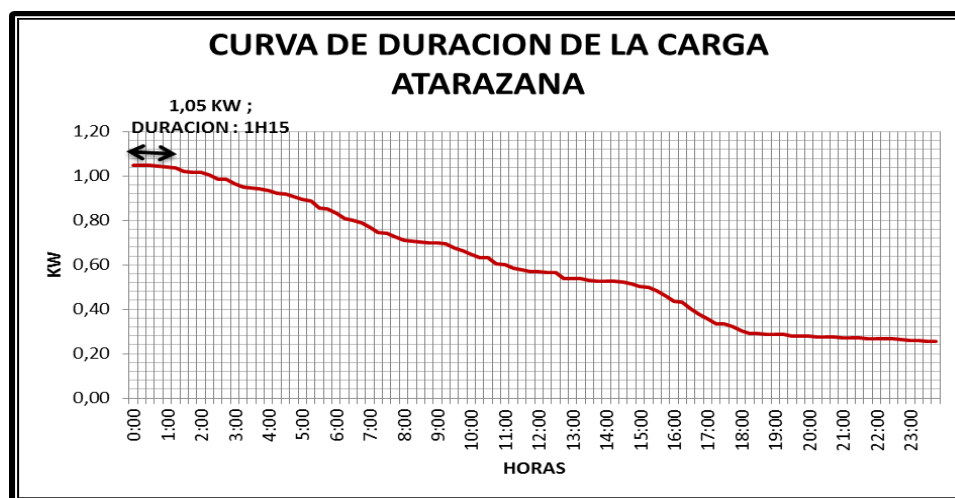
descendente permitiéndonos así conocer el tiempo de duración del pico de carga y también el tiempo de duración de la mínima carga el cual servirá de ayuda al operador del centro de control de carga para conocer que generadoras estarán activas durante este tiempo y ahorrar costos de generación.

Esta curva se elaboró a partir de los datos obtenidos en la curva de potencia diaria (4.1.3), los cuales fueron ordenados de manera descendente (Mayor a Menor) como se muestra en la figura 4.10.



**Figura 4.10** Ordenar de Mayor a Menor la Potencia Diaria

Una vez ordenada la potencia diaria se procede a realizar la gráfica en un periodo de 24 horas como se muestra a continuación en la Figura 4.11.



**Figura 4.11** Curva de Duración de la Carga

#### 4.2 DEMANDA DE ENERGIA PROMEDIO SEMANAL

Una vez ingresados los datos brindados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil a la hoja de cálculo se realizan los siguientes pasos:

1. Sumamos los consumos de Energía cada 15 minutos para cada día del año, para esto utilizamos la formula (=SUMAR.SI.CONJUNTO) que se muestra en la Figura 4.12.

SUMAR.SI.CONJUNTO					=SUMAR.SI.CONJUNTO(\$D\$3:\$D\$100000;\$B\$3:\$B\$100000;H3;\$D\$3:\$D\$100000;">0")				
SUMAR.SI.CONJUNTO(rango_suma; rango_criterios1; criterio1; [rango_criterios2; criterio2]; [ran									
	A	B	C	D					
1	CLIENTE	DATE	TIME	KWH	KVARH	DIA	FECHA	KWH DIARIO	KVARH DIARIO
2									
3	1123809	12/03/2014	9:00	0.1505	0.0385	Jueves	01/08/2013	0.00	0.00
4	1123809	12/03/2014	8:45	0.15	0.0485	Viernes	02/08/2013	0.00	0.00
5	1123809	12/03/2014	9:15	0.1095	0.013	Sábado	03/08/2013	0.00	0.00
6	1123809	12/03/2014	9:30	0.1165	0.0255	Domingo	04/08/2013	0.00	0.00
7	1123809	12/03/2014	9:45	0.13	0.0485	Lunes	05/08/2013	0.00	0.00
8	1123809	12/03/2014	10:00	0.1185	0.05	Martes	06/08/2013	0.00	0.00
9	1123809	12/03/2014	10:15	0.1	0.0245	Miércoles	07/08/2013	0.00	0.00
10	1123809	12/03/2014	10:30	0.0925	0.0095	Jueves	08/08/2013	0.00	0.00
11	1123809	12/03/2014	10:45	0.132	0.043	Viernes	09/08/2013	0.00	0.00
12	1123809	12/03/2014	11:00	0.1395	0.0495	Sábado	10/08/2013	0.00	0.00
13	1123809	12/03/2014	11:15	0.1935	0.0265	Domingo	11/08/2013	0.00	0.00
14	1123809	12/03/2014	11:30	0.1435	0.01	Lunes	12/08/2013	0.00	0.00
15	1123809	12/03/2014	11:45	0.263	0.0475	Martes	13/08/2013	0.00	0.00
16	1123809	12/03/2014	12:00	0.228	0.051	Miércoles	14/08/2013	0.00	0.00
17	1123809	12/03/2014	12:15	0.179	0.049	Jueves	15/08/2013	0.00	0.00
18	1123809	12/03/2014	12:30	0.179	0.049	Viernes	16/08/2013	0.00	0.00
19	1123809	12/03/2014	12:45	0.183	0.0495	Sábado	17/08/2013	0.00	0.00
20	1123809	12/03/2014	13:00	0.254	0.0475	Domingo	18/08/2013	0.00	0.00
21	1123809	12/03/2014	13:15	0.181	0.0495	Lunes	19/08/2013	0.00	0.00
22	1123809	12/03/2014	13:30	0.1965	0.052	Martes	20/08/2013	0.00	0.00
23	1123809	12/03/2014	13:45	0.181	0.0475	Miércoles	21/08/2013	0.00	0.00
24	1123809	12/03/2014	14:00	0.1575	0.027	Jueves	22/08/2013	0.00	0.00
25	1123809	12/03/2014	14:15	0.137	0.01	Viernes	23/08/2013	0.00	0.00
26	1123809	12/03/2014	14:30	0.157	0.029	Sábado	24/08/2013	0.00	0.00
27	1123809	12/03/2014	14:45	0.172	0.0445	Domingo	25/08/2013	0.00	0.00
28	1123809	12/03/2014	15:00	0.1725	0.0435	Lunes	26/08/2013	0.00	0.00
29	1123809	12/03/2014	15:15	0.1535	0.0375	Martes	27/08/2013	0.00	0.00
30	1123809	12/03/2014	15:30	0.1195	0.0105	Miércoles	28/08/2013	0.00	0.00
31	1123809	12/03/2014	15:45	0.121	0.018	Jueves	29/08/2013	0.00	0.00
32	1123809	12/03/2014	16:00	0.1675	0.046	Viernes	30/08/2013	0.00	0.00
33	1123809	12/03/2014	16:15	0.1645	0.0455	Sábado	31/08/2013	0.00	0.00
34	1123809	12/03/2014	16:30	0.3995	0.1185	Domingo	01/09/2013	0.00	0.00
35	1123809	12/03/2014	16:45	0.4385	0.1125	Lunes	02/09/2013	0.00	0.00

#### 4.12 Formula para obtener el consumo de Energía Diario

- Luego promediamos todos los días de la semana para obtener un promedio semanal con la fórmula (=PROMEDIO.SI.CONJUNTO) y lo dividimos para el numero de muestras tomadas que en este ejemplo son 15 como se muestra a continuación en la Figura 4.13

SUMAR.SI.CONJUNTO(=PROMEDIO.SI.CONJUNTO(\$I\$3:\$I\$1000;\$G\$3:\$G\$1000;L3:\$I\$3:\$I\$1000;">0")/15

D		E		F		G		H		I		O		P	
KWH		KVARH		DIA		FECHA		KWH DIARIO		KVARH DIARIO		ENERGIA		POTENCIA	
												KWH		KVARH	
												KW		KVAR	
3	0,1505	0,0385	Jueves	01/08/2013	0,00	0,00	Lunes	=PROMEDIO.SI	4,34	0,62	0,18				
4	0,15	0,0485	Viernes	02/08/2013	0,00	0,00	Martes	16,24	4,09	0,59	0,17				
5	0,1095	0,0113	Sábado	03/08/2013	0,00	0,00	Miércoles	14,89	4,23	0,62	0,18				
6	0,1165	0,0255	Domingo	04/08/2013	0,00	0,00	Jueves	14,87	4,15	0,62	0,17				
7	0,13	0,0485	Lunes	05/08/2013	0,00	0,00	Viernes	14,55	4,24	0,61	0,18				
8	0,1185	0,05	Martes	06/08/2013	0,00	0,00	Sábado	12,70	4,16	0,53	0,17				
9	0,1	0,0245	Miércoles	07/08/2013	0,00	0,00	Domingo	9,62	3,25	0,40	0,14				
10	0,0925	0,0095	Jueves	08/08/2013	0,00	0,00									
11	0,132	0,043	Viernes	09/08/2013	0,00	0,00									
12	0,1395	0,0495	Sábado	10/08/2013	0,00	0,00									
13	0,1935	0,0265	Domingo	11/08/2013	0,00	0,00									
14	0,1435	0,01	Lunes	12/08/2013	0,00	0,00									
15	0,263	0,0475	Martes	13/08/2013	0,00	0,00									
16	0,228	0,051	Miércoles	14/08/2013	0,00	0,00									
17	0,179	0,049	Jueves	15/08/2013	0,00	0,00									
18	0,179	0,049	Viernes	16/08/2013	0,00	0,00									
19	0,183	0,0495	Sábado	17/08/2013	0,00	0,00									
20	0,254	0,0475	Domingo	18/08/2013	0,00	0,00									
21	0,181	0,0495	Lunes	19/08/2013	0,00	0,00									
22	0,1965	0,052	Martes	20/08/2013	0,00	0,00									
23	0,181	0,0475	Miércoles	21/08/2013	0,00	0,00									
24	0,1575	0,027	Jueves	22/08/2013	0,00	0,00									
25	0,137	0,01	Viernes	23/08/2013	0,00	0,00									
26	0,157	0,029	Sábado	24/08/2013	0,00	0,00									
27	0,172	0,0445	Domingo	25/08/2013	0,00	0,00									
28	0,1725	0,0435	Lunes	26/08/2013	0,00	0,00									

**Figura 4.13** Formula para obtener el promedio de Consumo Semanal

- Una vez promediado el consumo de Energía diaria semanal dividimos cada consumo de energía para 24 horas y obtenemos el consumo de Potencia Promedio Diario para cada día de la Semana, los datos calculados los mostraremos en la Figura 4.14 y a su vez la gráfica respectiva del comportamiento del consumo de energía que la mostraremos a continuación en la Figura 4.15.

DIAS	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Lunes	14,87	4,34	=M3/24	0,18
Martes	14,24	4,09	0,59	0,17
Miércoles	14,89	4,23	0,62	0,18
Jueves	14,87	4,15	0,62	0,17
Viernes	14,55	4,24	0,61	0,18
Sábado	12,70	4,16	0,53	0,17
Domingo	9,62	3,25	0,40	0,14

Figura 4.14 Consumo de Energía y Potencia Semanal

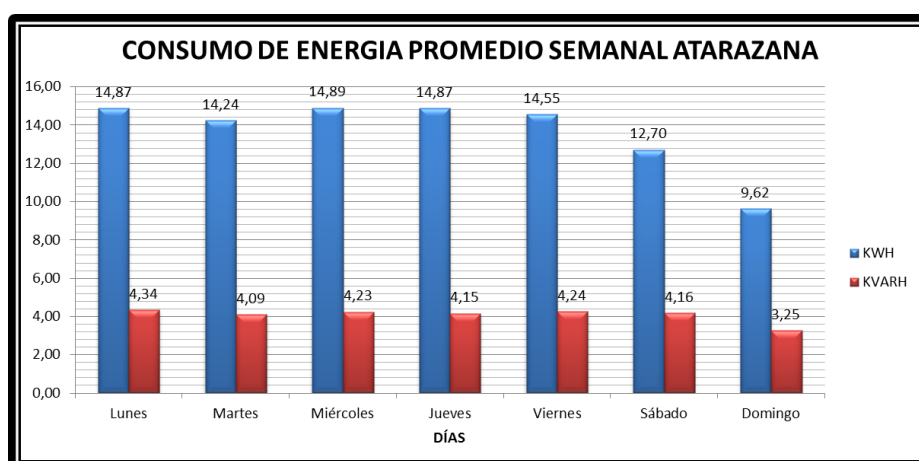


Figura 4.15 Consumo de Energía Promedio Semanal

#### 4.3 DEMANDA DE ENERGIA PROMEDIO MENSUAL

La Energía promedio mensual por sector nos sirve para conocer en qué meses del año el consumo de energía eléctrica aumenta y en los cuales debemos estar preparados para suplir dicha carga, para este estudio omitiremos los meses de Enero y Febrero ya que no se recibió información de estos meses por parte de la Empresa Eléctrica de

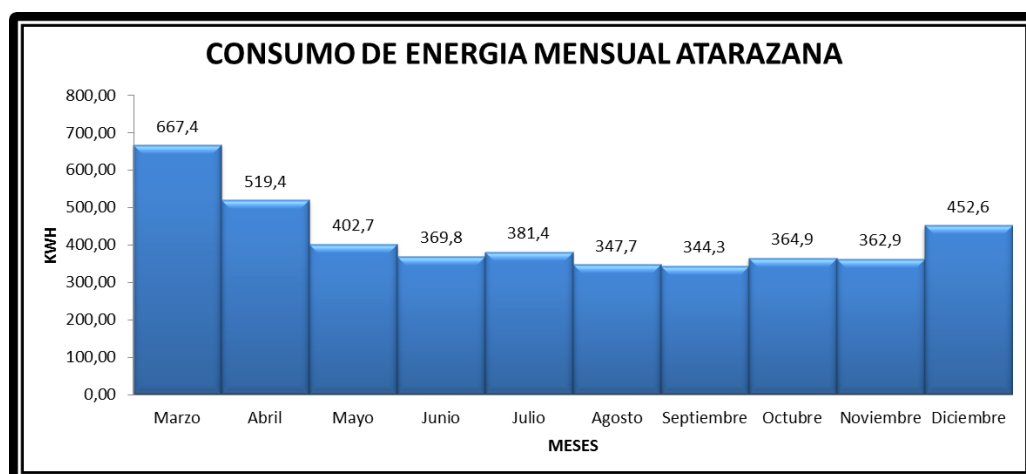


Guayaquil y solo obtuvimos consumos válidos desde el mes de marzo hasta diciembre, este cálculo lo haremos con los siguientes pasos:

1. Una vez ingresados los datos a la hoja de cálculo procedemos a sumar los consumos cada 15 minutos para cada día del año al igual que hicimos al promediar la energía semanal. (Ver Figura 4.13).
2. Como segundo paso sumamos el consumo de energía de todos los días durante todo el mes con la formula (=SUMAR.SI.CONJUNTO) y lo dividimos para el numero de muestras tomadas dependiendo la zona para la cual estamos trabajando, en este caso para 15, con la cual obtenemos los consumos de Energía por cada mes del año.
3. A estos consumos de Energía mensual los vamos a dividir para el número de horas mensuales con lo que conseguiremos obtener el consumo de Potencia Promedio Mensual durante el Año (Ver Figura 4.16 y Figura 4.17).

MES	PROMEDIO/MENSUAL ATARAZANA			
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Marzo	667,37	187,15	0,90	0,26
Abril	519,41	147,93	0,72	0,21
Mayo	402,67	121,09	0,54	0,17
Junio	369,76	109,68	0,51	0,15
Julio	381,39	114,26	0,51	0,16
Agosto	347,66	103,99	0,47	0,14
Septiembre	344,30	105,51	0,48	0,15
Octubre	364,87	112,65	0,49	0,16
Noviembre	362,86	112,13	0,50	0,16
Diciembre	452,64	140,89	0,61	0,20
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>421,29</b>	<b>125,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,17</b>

**Figura 4.16** Consumo de Energía y Potencia Mensual



**Figura 4.17** Consumo de Energía Mensual

## **CAPÍTULO 5**

### **MODELAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR ZONAS**

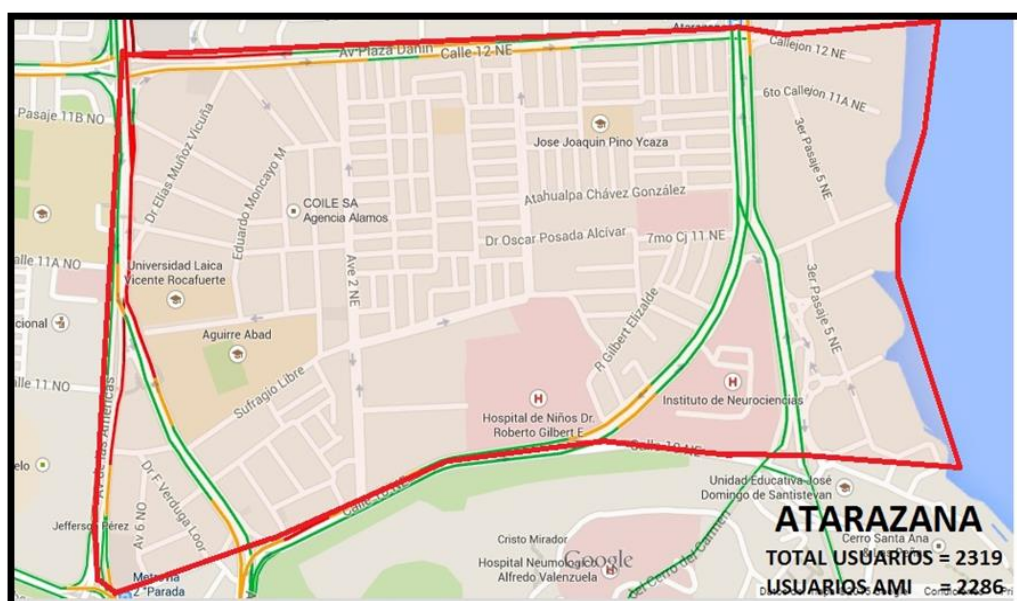
#### **5.1 INTRUDUCCION**

Los usuarios residenciales están siempre en constante crecimiento, lo que ocasiona que se deban tener ciertos aspectos que conlleven a un correcto dimensionamiento de los sistemas de distribución, con el fin de cubrir dicha demanda en forma adecuada. Para garantizar que esto se cumpla, modelaremos el consumo de potencia activa y reactiva que reflejen el comportamiento del sistema en cada sector de la ciudad de Guayaquil de acuerdo al estrato socioeconómico al que pertenece cada usuario o grupo de usuarios.

De la misma manera se obtuvieron los valores de Energía y Potencia promedio característico del sector estudiado, así como el Factor de potencia y la potencia máxima y mínima requerida por cada usuario de la zona.

## 5.2 ATARAZANA

Actualmente la Atarazana cuenta con 2,286 clientes residenciales que cuentan con medidores AMI, los cuales se encuentran distribuidos dentro del área marcada en la Figura 5.1.



**Figura 5.1** Límites del Sector Atarazana

### 5.2.1 CURVA DE CARGA DIARIA

Mediante las técnicas de computación aplicadas se calculó la energía y potencia promedio utilizada cada 15 minutos de un total de 15 usuarios en un periodo de tiempo de aproximadamente un año, luego con estos datos se graficó:

- La curva de carga diaria
- La curva de carga de los días laborables y feriados
- La curva de duración de la carga
- El factor de potencia

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 75% de la muestra que fue la información brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

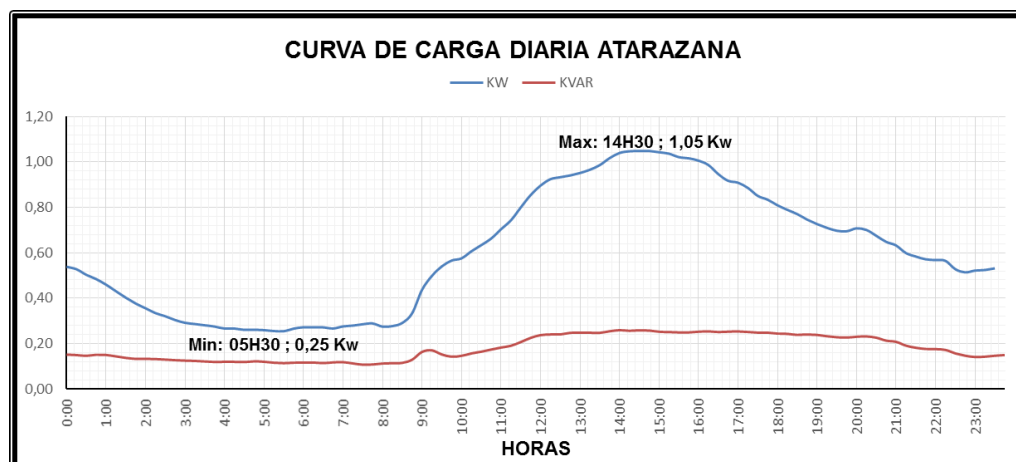
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia y factor de potencia promedio cada hora del sector:

**Tabla 9** Consumos Atarazana

ATARAZANA					
HORA	KWH PROMEDIO	KW PROMEDIO	KVARH PROMEDIO	KVAR PROMEDIO	FACTOR DE POTENCIA
0:00	0,13	0,51	0,04	0,15	0,96
1:00	0,10	0,42	0,04	0,14	0,95
2:00	0,08	0,33	0,03	0,13	0,93
3:00	0,07	0,28	0,03	0,12	0,92
4:00	0,07	0,26	0,03	0,12	0,91
5:00	0,06	0,26	0,03	0,12	0,91
6:00	0,07	0,27	0,03	0,12	0,92
7:00	0,07	0,28	0,03	0,11	0,93
8:00	0,07	0,29	0,03	0,12	0,93
9:00	0,13	0,51	0,04	0,16	0,95
10:00	0,15	0,62	0,04	0,16	0,97
11:00	0,19	0,78	0,05	0,20	0,97
12:00	0,23	0,92	0,06	0,24	0,97
13:00	0,25	0,98	0,06	0,25	0,97
14:00	0,26	1,05	0,06	0,26	0,97
15:00	0,26	1,03	0,06	0,25	0,97
16:00	0,24	0,96	0,06	0,25	0,97
17:00	0,22	0,87	0,06	0,25	0,96
18:00	0,19	0,78	0,06	0,24	0,96
19:00	0,18	0,71	0,06	0,23	0,95
20:00	0,17	0,68	0,06	0,23	0,95
21:00	0,15	0,60	0,05	0,19	0,95
22:00	0,14	0,54	0,04	0,16	0,96
23:00	0,13	0,53	0,04	0,14	0,96

Con los valores de Energía, Potencia y Factor de Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 9 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación mostraremos la curva de carga diaria del sector la Atarazana en la Figura 5.2.



a

## 5.2 Curva de Carga Diaria Atarazana

La curva presenta el comportamiento de un usuario con consumo comercial ya que el crecimiento de la carga se da a las 8H30 que por lo general es la hora en la que los negocios empiezan abrir sus puertas y tiene un crecimiento constante hasta las 14H30 en donde su Potencia Máxima promedio requerida por un usuario en la Atarazana es 1,05 (Kw) y se mantiene durante 90 minutos aproximadamente en donde luego de este tiempo la demanda decrece de manera continua hasta llegar a una Potencia Mínima requerida por cada usuario es de 0.25 (Kw) aproximadamente entre las 4H30 y las 5H30, no tiene un consumo considera de energía en la noche por lo que se concluyó que es una curva de carga comercial.

Lo Potencia Reactiva Máxima es de 0.26 (Kvar) entre las 14H00 y 15H00, teniendo un comportamiento casi constante durante todo día con variaciones insignificantes.

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales del sector la Atarazana mediante la siguiente formula:

$$P_{MAX} = P_u * N \quad (5.1)$$

Dónde:

PM: Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Atarazana los valores son los siguientes:

PU= 1,05 [Kw]

N= 2319

Entonces:



$$P_{MAX} = (1,05) * (2319) = 2434,95 [Kw] \quad (5.2)$$

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida en la Atarazana utilizamos la fórmula anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{MIN} = P_u * N \quad (5.3)$$

Dónde:

$P_{MIN}$ : Potencia Mínima del Sector

$P_u$ : Potencia Mínima por Usuario

$N$ : Número de Usuarios Residenciales

Para la Atarazana los valores son los siguientes:

$P_u = 0,26 [Kw]$

$N = 2319$

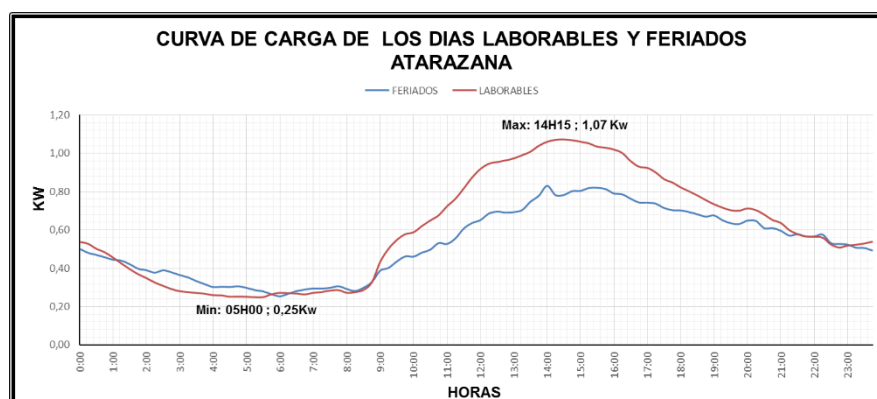
Entonces:

$$P_{MIN} = (0,25) * (2319) = 579,75 [Kw] \quad (5.4)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en

el sector la Atarazana debe de ser 2,435 (Mw) y 0,580 (Mw) respectivamente.

### 5.2.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



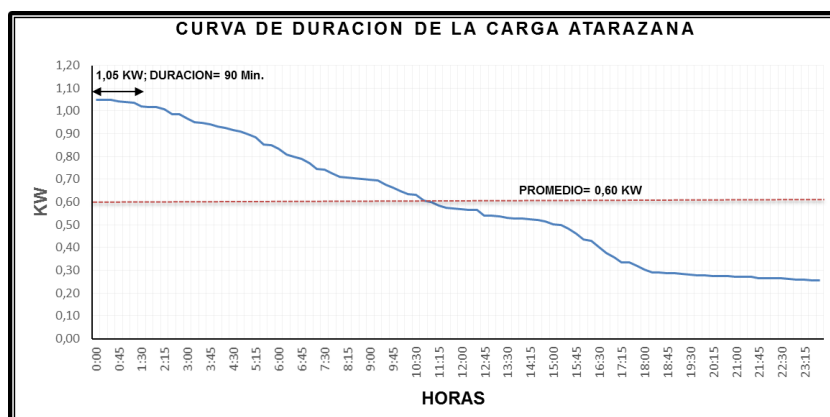
**Figura 5.3** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Atarazana

Como se puede observar en el grafico la curva de carga de los días laborables se encuentra por encima de la curva de carga de los días feriados lo que nos da a entender que por lo general las familias salen de sus casas esos días de vacaciones lo cual lleva a un menor consumo de energía, aunque estas curvas presentan una correlación bastante marcada, a continuación en la Tabla 10 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.

**Tabla 10** Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Atarazana

ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
DIAS	FERIADOS	LABORABLES
Media	0,53	0,61
Error típico	0,02	0,03
Mediana	0,53	0,57
Desviación estándar	0,18	0,28
Varianza de la muestra	0,03	0,08
Coefficiente de asimetría	0,03	0,21
Rango	0,58	0,82
Mínimo	0,25	0,25
Máximo	0,83	1,07
Suma	50,83	58,35
Cuenta	96,00	96,00

### 5.2.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



**Figura 5.4** Curva de Duración de la Carga Atarazana

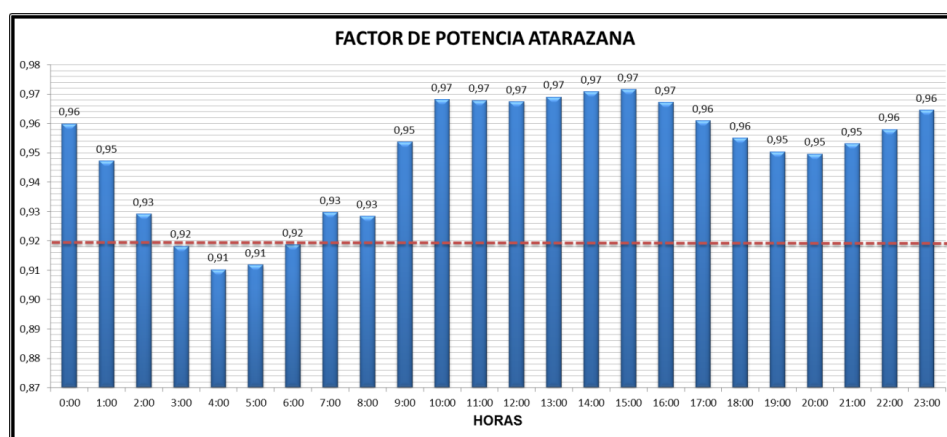
Este gráfico nos permite analizar el comportamiento de la carga en periodos de tiempo definidos lo cual nos ayudara a saber cuándo debemos trabajar a

máxima, media y mínima carga ahorrando mucho dinero en gastos de operación en las diferentes fuentes de generación ya sea hidroeléctricas, térmicas, eólicas, solares, etc.

En la Atarazana el máximo consumo es de 1,06 (Kw) y esta presenta en la red por aproximadamente 90 minutos el cual nos da a conocer que tiempo estaremos trabajando a máxima carga en este sector.

Esto que nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una central de generación.

## 5.2.2 FACTOR DE POTENCIA

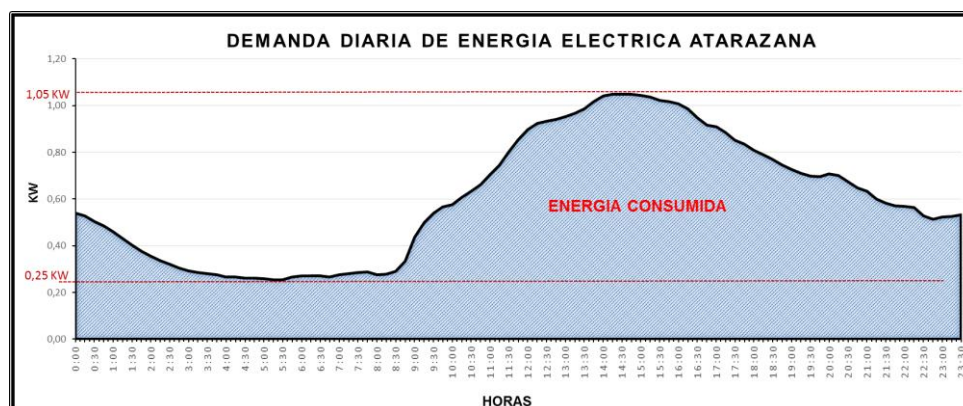


**Figura 5.5** Factor de Potencia Atarazana

Como podemos observar el factor de potencia se encuentra dentro del rango permitido por la Empresa Eléctrica durante todo el día a excepción de las 04H00 y 05H00 que el factor de potencia decrece siendo este de 0,91 el cual no debería preocuparnos ya que está dentro del rango de tolerancia.

De esta forma podemos darnos cuenta que el factor de potencia en la Atarazana se encuentra muy bien y sin necesidad de colocar un banco de capacitores a corto plazo.

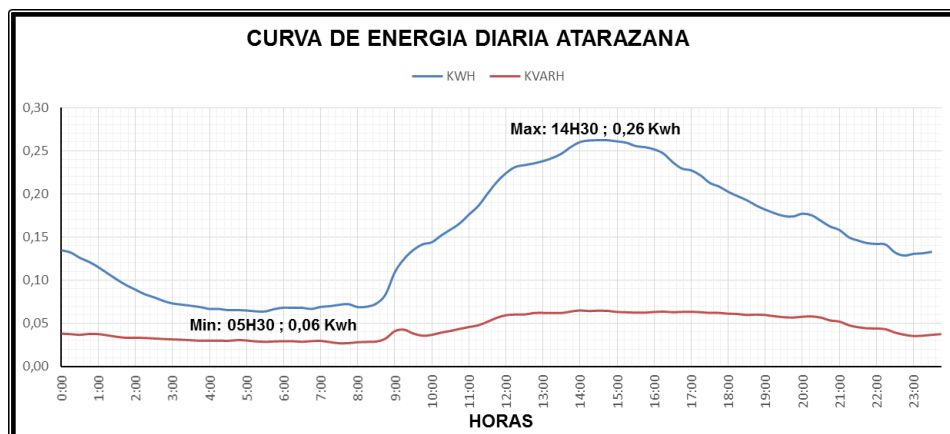
### 5.2.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA



**Figura 5.6** Demanda Diaria de Energía Eléctrica Atarazana

Como observamos en la gráfica, el área bajo la curva representa la energía eléctrica promedio que consume un usuario del sector la Atarazana en un día cualquiera y está dado en Kwh.

La demanda diaria promedio de energía eléctrica en este sector es de 14,47 (Kwh), para un mejor entendimiento acerca del comportamiento del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.7.



### 5.7 Curva de Energía Diaria Atarazana

El Pico Máximo de consumo de Energía Activa (Kwh) se produce alrededor 14h00 siendo este de 0.26 (Kwh) lo que nos indica que existe bastante actividad a esta hora pero no se mantiene durante mucho tiempo, por otro lado la Energía Mínima consumida es de 0.06 (Kwh) y se presenta a las 5h15 manteniéndose casi constante entre las 03h00 y las 08h30.

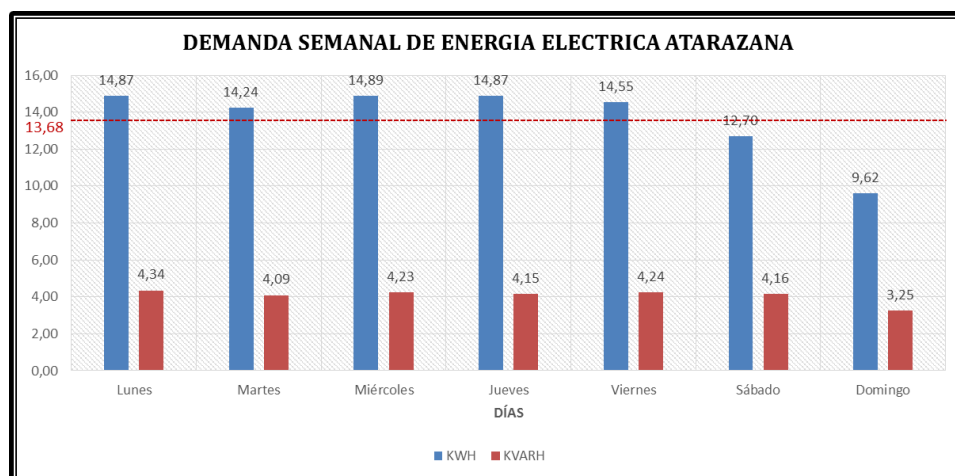
A su vez observamos que el consumo de Energía Reactiva (Kvarh) se mantiene casi constante durante todo el día con un valor mínimo de 0,05 (Kvarh).

#### 5.2.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 11** Consumo de Energía y Potencia Semanal Atarazana

DIAS	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Lunes	14,87	4,34	0,62	0,18
Martes	14,24	4,09	0,59	0,17
Miércoles	14,89	4,23	0,62	0,18
Jueves	14,87	4,15	0,62	0,17
Viernes	14,55	4,24	0,61	0,18
Sábado	12,70	4,16	0,53	0,17
Domingo	9,62	3,25	0,40	0,14
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>13,68</b>	<b>4,07</b>	<b>0,57</b>	<b>0,17</b>

La Tabla 11 nos presenta los valores de Energía y Potencia para cada día de la semana así como su promedio semanal el cual se ve reflejado en la siguiente gráfica:



**Figura 5.8** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Atarazana

En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía promedio de la semana de un usuario residencial en el sector la Atarazana, el día Miércoles presenta el consumo más alto de energía que es de 14,89 (Kwh), mientras que los días Sábados y Domingos presenta el consumo más bajo de energía eléctrica, siendo el Domingo el mínimo consumo con 9,62 (Kwh).

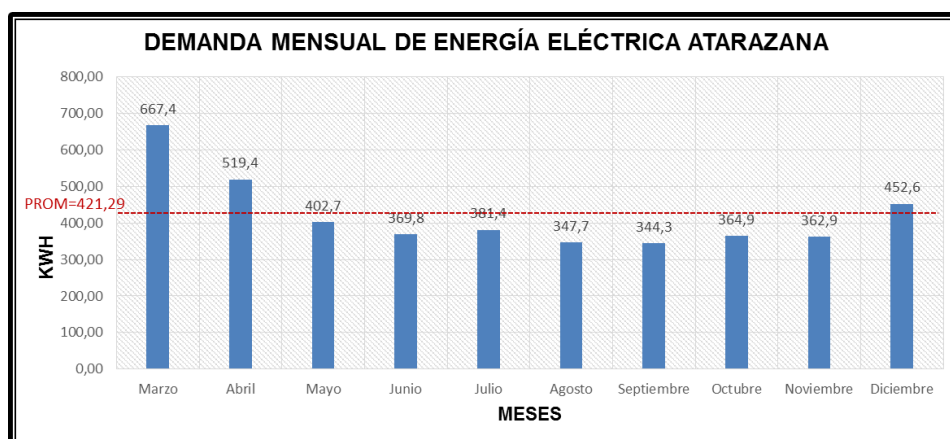
El consumo de energía eléctrica promedio en la semana es de 13,68 (Kwh).



## 5.2.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 12** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Atarazana

MESES	ENERGÍA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Marzo	667,37	187,15	0,90	0,26
Abril	519,41	147,93	0,72	0,21
Mayo	402,67	121,09	0,54	0,17
Junio	369,76	109,68	0,51	0,15
Julio	381,39	114,26	0,51	0,16
Agosto	347,66	103,99	0,47	0,14
Septiembre	344,30	105,51	0,48	0,15
Octubre	364,87	112,65	0,49	0,16
Noviembre	362,86	112,13	0,50	0,16
Diciembre	452,64	140,89	0,61	0,20
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>421,29</b>	<b>125,53</b>	<b>0,57</b>	<b>0,17</b>



**Figura 5.9** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Atarazana

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 421,29 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$54,09 USD y un promedio de potencia de 0,57 (Kw).

Marzo es el mes con mayor consumo de energía mientras que septiembre presenta el menor consumo del año, sabiendo esto podemos predecir para el siguiente año en que meses debemos estar preparados para suplir la mayor carga del año.

### 5.3 KENNEDY

Actualmente la Kennedy cuenta con 3746 clientes residenciales que cuentan con medidores AMI, los cuales se encuentran distribuidos dentro del área marcada en la Figura 5.10.

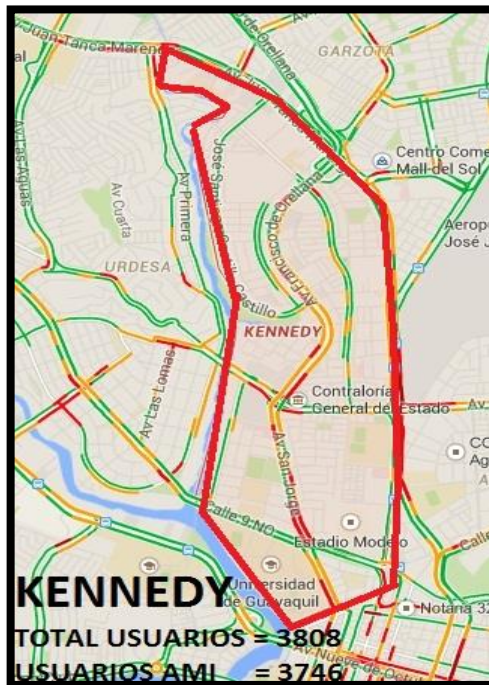


Figura 5.10 Límites del Sector Kennedy

### 5.3.1 CURVA DE CARGA DIARIA

Para el cálculo de energía y potencia promedio utilizada por cada usuario del sector Kennedy se utilizaron un total de 19 usuarios en un periodo de tiempo de aproximadamente un año, luego con estos datos se graficó:

- La curva de carga diaria
- La curva de carga de los días laborables y feriados
- La curva de duración de la carga
- El factor de potencia

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 60% de la muestra calculada para este sector, esta información fue brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

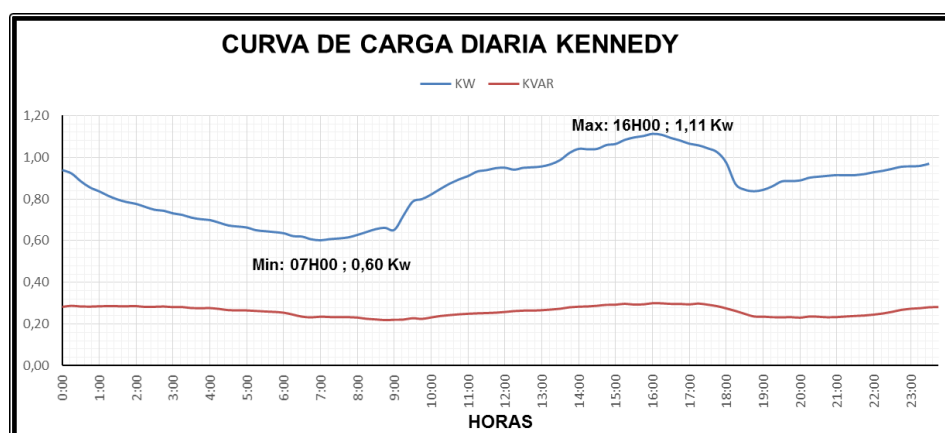
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia y factor de potencia promedio cada hora de la Kennedy:

**Tabla 13** Consumos Kennedy

<b>KENNEDY</b>					
<b>HORA</b>	<b>KWH PROMEDIO</b>	<b>KW PROMEDIO</b>	<b>KVARH PROMEDIO</b>	<b>KVAR PROMEDIO</b>	<b>FACTOR DE POTENCIA</b>
0:00	0,23	0,90	0,07	0,28	0,95
1:00	0,20	0,81	0,07	0,29	0,94
2:00	0,19	0,76	0,07	0,28	0,94
3:00	0,18	0,72	0,07	0,28	0,93
4:00	0,17	0,68	0,07	0,27	0,93
5:00	0,16	0,65	0,07	0,26	0,93
6:00	0,16	0,62	0,06	0,24	0,93
7:00	0,15	0,61	0,06	0,23	0,93
8:00	0,16	0,65	0,06	0,22	0,94
9:00	0,19	0,74	0,06	0,22	0,96
10:00	0,21	0,86	0,06	0,24	0,96
11:00	0,23	0,93	0,06	0,25	0,97
12:00	0,24	0,95	0,07	0,26	0,96
13:00	0,25	0,98	0,07	0,27	0,96
14:00	0,26	1,04	0,07	0,29	0,96
15:00	0,27	1,09	0,07	0,29	0,97
16:00	0,27	1,10	0,07	0,30	0,96
17:00	0,26	1,05	0,07	0,29	0,96
18:00	0,22	0,88	0,06	0,26	0,96
19:00	0,22	0,87	0,06	0,23	0,97
20:00	0,23	0,90	0,06	0,23	0,97
21:00	0,23	0,92	0,06	0,24	0,97
22:00	0,24	0,94	0,06	0,26	0,96
23:00	0,24	0,96	0,07	0,28	0,96

Con los valores de Energía, Potencia y Factor de Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 13 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación mostraremos la curva de carga diaria de la Kennedy en la Figura 5.11.



**Figura 5.11** Curva de Carga Diaria Kennedy

La Curva de Carga Diaria de la Kennedy presenta un comportamiento similar a una curva comercial ya que en la noche no contiene consumos altos de potencia como lo es en una curva residencial sino más bien los consumos más altos los presenta alrededor de las 16H00 y decrece de manera paulatina a las 18H30 con un ligero aumento de consumo en la noche.

El consumo más bajo se da a las 7H00 y es de 0,60 (Kw) y va aumentando hasta llegar a su punto más alto que es de 1,11 (Kw).

La Potencia Reactiva como es habitual en usuarios residenciales se comporta de manera constante manteniéndose en un promedio de 0,26 (Kvar) con variaciones insignificantes.

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales de la Kennedy con la siguiente fórmula:

$$P_{max} = P_u * N \quad (5.5)$$

Dónde:

$P_{max}$ : Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Kennedy los valores son los siguientes:

PU= 1,11 [Kw]

N= 3808

Entonces:

$$P_{max} = (1,11) * (3808) = 4226,88 [Kw] \quad (5.6)$$

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida por los usuarios residenciales en la Kennedy utilizamos la fórmula

anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{min} = P_u * N \quad (5.7)$$

Dónde:

Pmin: Potencia Mínima del Sector

PU: Potencia Mínima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Kennedy los valores son los siguientes:

PU= 0,60 [Kw]

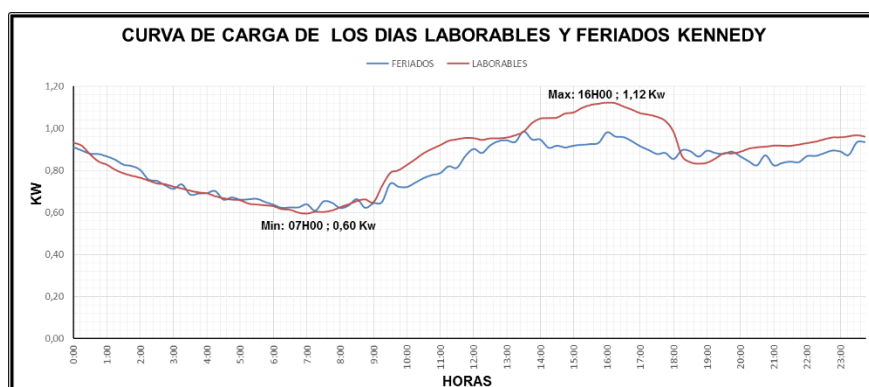
N= 3808

Entonces:

$$P_{MIN} = (0,60) * (3808) = 2284,8[Kw] \quad (5.8)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en el sector la Kennedy debe de ser 4,227 (Mw) y 2,285 (Mw) respectivamente.

### 5.3.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



**Figura 5.12** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Kennedy

Podemos ver en la gráfica que la curva de carga de los días laborables se encuentra ligeramente por encima de la curva de carga de días Feriados lo que nos da a saber que los clientes residenciales consumen menos energía en estos días ya que no se encuentran en casa o son pequeños negocios que no trabajan esos días.

A continuación en la Tabla 14 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.



**Tabla 14** Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados

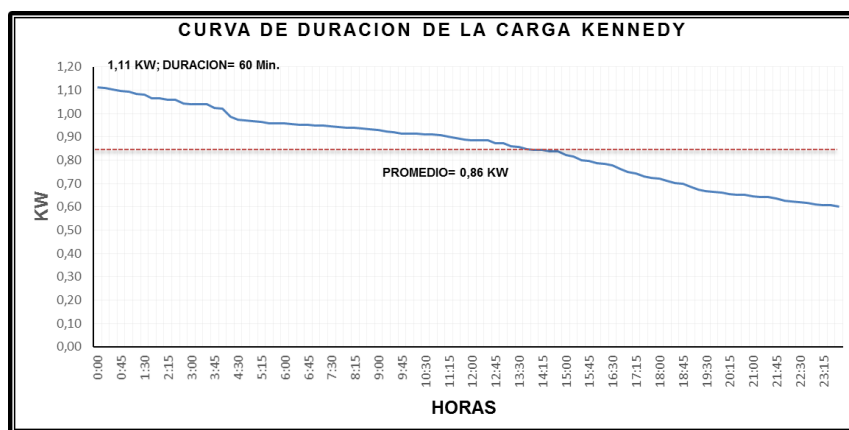
ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
DIAS	FERIADOS	LABORABLES
Media	0,81	0,86
Error típico	0,01	0,02
Mediana	0,85	0,89
Desviación estándar	0,11	0,16
Varianza de la muestra	0,01	0,02
Coefficiente de asimetría	-0,46	-0,16
Rango	0,38	0,53
Mínimo	0,61	0,60
Máximo	0,99	1,12
Suma	78,00	82,42
Cuenta	96,00	96,00

El consumo máximo de energía en los días Festivos es de 0,99 (Kw) alrededor de las 13H30 habiendo una diferencia de 0,13 (Kw) comparado con los días Laborables que es de 1,12 (Kw) a las 16H00, mientras que el mínimo consumo es aproximadamente igual en los dos casos siendo este de 0,60 (Kw).

De estos datos ponemos destacar que el consumo estándar en las residencias o Mediana es 0,85 (Kw)

en los días Feriados y de 0,89 (Kw) en los días Laborables.

### 5.3.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



### 5.13 Curva de Duración de la Carga Kennedy

Este gráfico nos permite analizar el comportamiento de la carga en periodos de tiempo definidos lo cual nos ayudara a saber cuándo debemos trabajar a máxima, media y mínima carga ahorrando mucho dinero en gastos de operación en las diferentes fuentes de generación ya sea hidroeléctricas, térmicas, eólicas, solares, etc.

Ya que nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una central de generación.

En este caso como sabemos el consumo residencial más grande en la Kennedy es de 1,11 (Kw) y está presente en la red durante aproximadamente 60 minutos que es el tiempo en que los usuarios residenciales utilizan su máxima carga.

Los usuarios de la Kennedy presentan un consumo constante entre 0,96 y 0,98 (Kw) con una duración 7 horas aproximadamente.

### 5.3.2 FACTOR DE POTENCIA

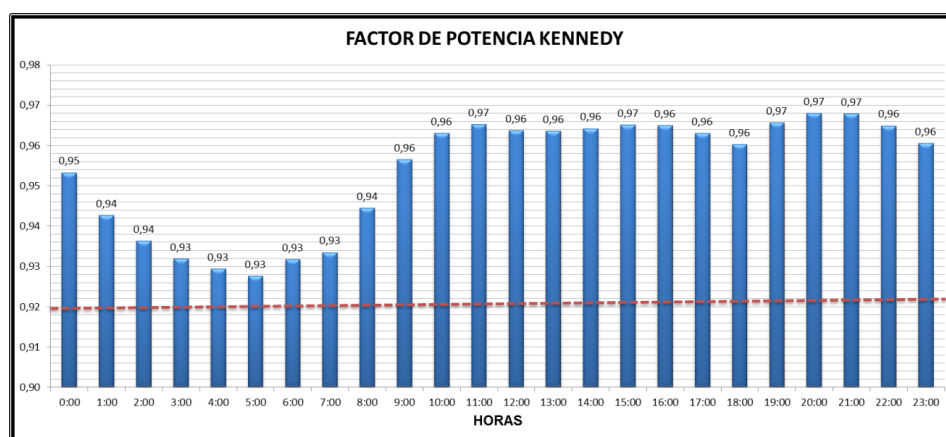
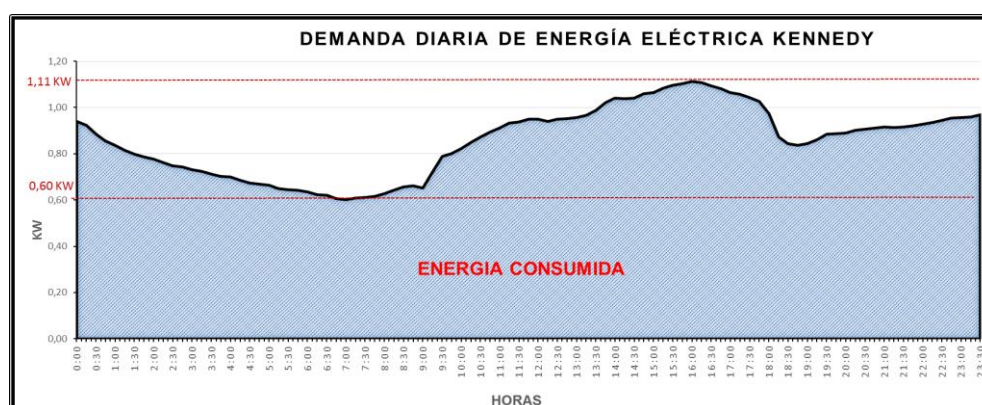


Figura 5.14 Factor de Potencia Kennedy

El factor de potencia durante todo el día cumple las normativas impuestas por el Arconel (Agencia de Regulación y control de Electricidad) de que el factor de potencia debe ser mayor a 0,92.

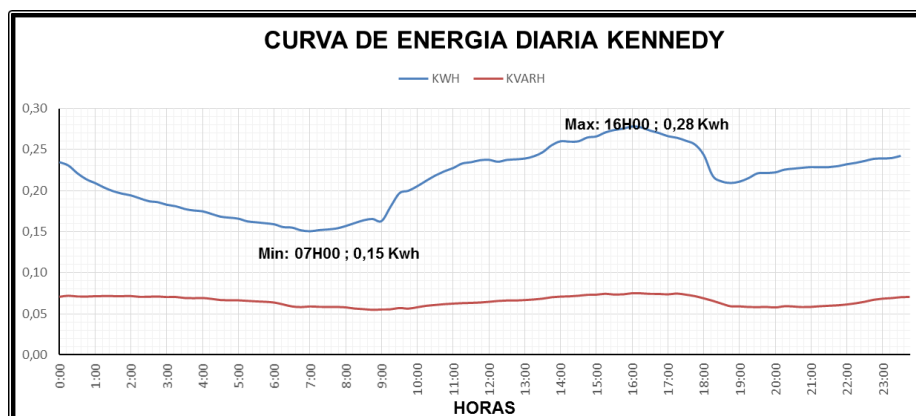
### 5.3.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA



**Figura 5.15** Demanda Diaria de Energía Eléctrica Kennedy

Como observamos en la gráfica, el área bajo la curva representa la energía eléctrica promedio que consume un usuario del sector Kennedy en un día cualquiera.

La demanda diaria promedio de energía eléctrica en este sector es de 20,61 (Kwh), para un mejor entendimiento acerca del comportamiento del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.16.



**Figura 5.16** Curva de Energía Diaria Kennedy

El Pico Máximo de consumo de Energía Activa (Kwh) se produce alrededor 16H00 siendo este de 0.28 (Kwh) lo que nos indica que existe bastante actividad a esta hora manteniéndose durante 5 horas aproximadamente con ligeras variaciones, por otro lado la Energía Mínima consumida es de 0.15 (Kwh) y se presenta a las 07h00.

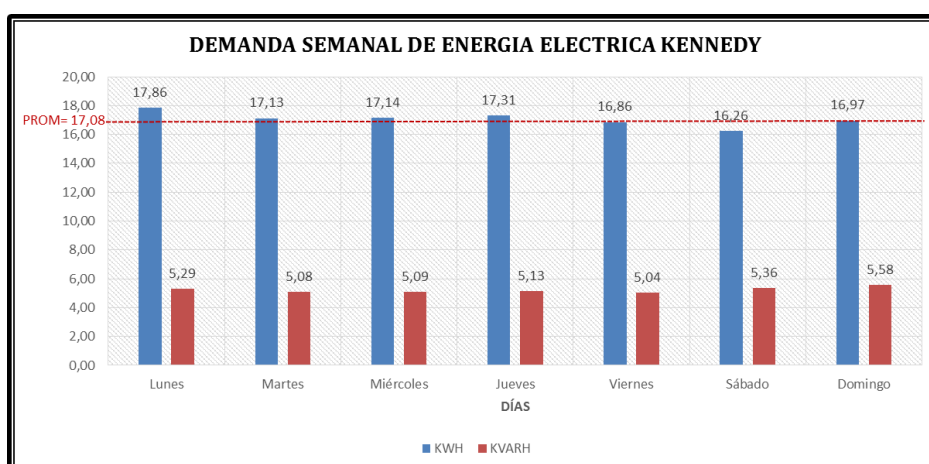
A su vez observamos que el consumo de Energía Reactiva (Kvarh) se mantiene casi constante durante todo el día con un valor mínimo de 0,07 (Kvarh).

### 5.3.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 15** Consumo de Energía y Potencia Semanal Kennedy

DIAS	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Lunes	17,86	5,29	0,74	0,22
Martes	17,13	5,08	0,71	0,21
Miércoles	17,14	5,09	0,71	0,21
Jueves	17,31	5,13	0,72	0,21
Viernes	16,86	5,04	0,70	0,21
Sábado	16,26	5,36	0,68	0,22
Domingo	16,97	5,58	0,71	0,23
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>17,08</b>	<b>5,23</b>	<b>0,71</b>	<b>0,22</b>

La Tabla 15 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por los usuarios residenciales de la Kennedy para cada día de la semana con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.17** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Kennedy

En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía activa y reactiva promedio de la semana de un usuario residencial en la Kennedy el cual se mantiene casi constante a excepción de los días sábados que tienes un una pequeña disminución de la demanda llegando a 16,26 (Kwh), a su vez el día lunes presenta el mayor consumo de energía eléctrica siendo este de 17,86 (Kwh).

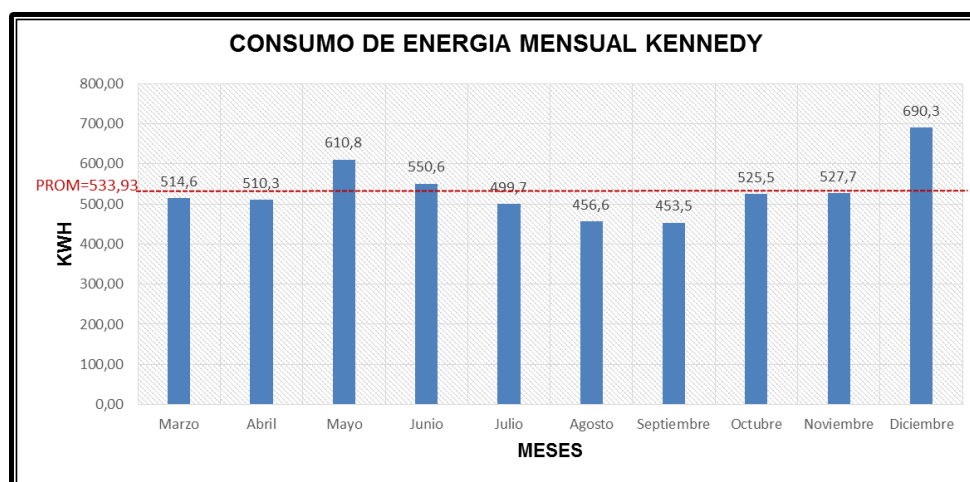
El consumo de energía eléctrica promedio en la semana es de 17,08 (Kwh) y el consumo de energía reactiva esta con un promedio de 5,23 (Kvarh).

### 5.3.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

MESES	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Marzo	514,56	148,86	0,69	0,21
Abril	510,28	164,08	0,71	0,23
Mayo	610,78	189,82	0,82	0,26
Junio	550,64	172,38	0,76	0,24
Julio	499,72	155,16	0,67	0,22
Agosto	456,62	142,79	0,61	0,20
Septiembre	453,47	139,87	0,63	0,19
Octubre	525,53	158,54	0,71	0,22
Noviembre	527,69	165,86	0,73	0,23
Diciembre	690,28	195,09	0,93	0,27
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>533,96</b>	<b>163,25</b>	<b>0,73</b>	<b>0,23</b>

**Tabla 16** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Kennedy

La Tabla 16 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por usuario residencial de la Kennedy para cada mes del año a excepción de Enero y Febrero con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.18** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Kennedy

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 533,93 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$69,42 USD y un promedio de potencia de 0,73 (Kw).

Diciembre presenta el consumo de energía eléctrica más alto del año llegando a un consumo de 690,3 Kwh-mes que por lo general es el mes en el que en casi todos los hogares se llenan de luces por la navidad, sumado a los festejos y reuniones



familiares, etc. Que hacen de este mes el más propenso a un incremento notable del consumo de energía eléctrica y al cual debemos brindarle la mayor atención posible estructurando planes para poner suplir este aumento notable de carga en todos los usuarios residenciales.

#### **5.4 URDESA**

Actualmente Urdesa cuenta con 10955 clientes residenciales que cuentan con medidores AMI, los cuales se encuentran distribuidos dentro del área marcada en la Figura 5.19.



**Figura 5.19** Límites del Sector Urdesa

#### 5.4.1 CURVA DE CARGA DIARIA

Para el cálculo de energía y potencia promedio diaria utilizada por cada usuario de Urdesa se utilizaron un total de 56 usuarios en un periodo de tiempo de aproximadamente un año, luego con estos datos se graficó:

- La curva de carga diaria
- La curva de carga de los días laborables y feriados

- La curva de duración de la carga
- El factor de potencia

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 59% de la muestra calculada para Urdesa, esta información fue brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

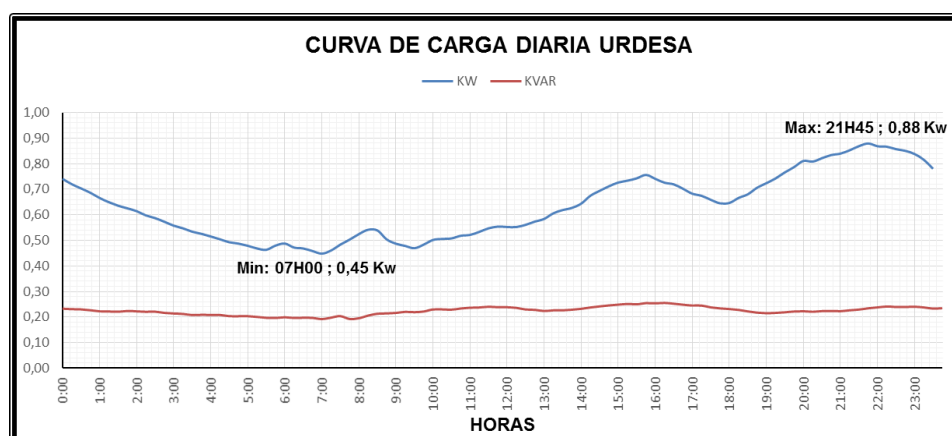
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia y factor de potencia promedio de cada hora de los usuarios residenciales en Urdesa:

**Tabla 17 Consumos Urdesa**

<b>URDESA</b>					
<b>HORA</b>	<b>KWH PROMEDIO</b>	<b>KW PROMEDIO</b>	<b>KVARH PROMEDIO</b>	<b>KVAR PROMEDIO</b>	<b>FACTOR DE POTENCIA</b>
0:00	0,18	0,71	0,06	0,23	0,95
1:00	0,16	0,64	0,06	0,22	0,95
2:00	0,15	0,59	0,06	0,22	0,94
3:00	0,14	0,54	0,05	0,21	0,93
4:00	0,13	0,50	0,05	0,21	0,92
5:00	0,12	0,47	0,05	0,20	0,92
6:00	0,12	0,47	0,05	0,20	0,92
7:00	0,12	0,47	0,05	0,20	0,92
8:00	0,13	0,53	0,05	0,21	0,93
9:00	0,12	0,48	0,05	0,22	0,91
10:00	0,13	0,51	0,06	0,23	0,91
11:00	0,13	0,54	0,06	0,24	0,91
12:00	0,14	0,56	0,06	0,23	0,92
13:00	0,15	0,61	0,06	0,23	0,94
14:00	0,17	0,68	0,06	0,24	0,94
15:00	0,18	0,74	0,06	0,25	0,95
16:00	0,18	0,72	0,06	0,25	0,94
17:00	0,17	0,67	0,06	0,24	0,94
18:00	0,17	0,67	0,06	0,22	0,95
19:00	0,19	0,75	0,05	0,22	0,96
20:00	0,20	0,82	0,06	0,22	0,96
21:00	0,22	0,86	0,06	0,23	0,97
22:00	0,22	0,86	0,06	0,24	0,96
23:00	0,20	0,80	0,06	0,24	0,96

Con los valores de Energía, Potencia y Factor de Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 17 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación presentaremos la curva de carga diaria de los usuarios residenciales en Urdesa en la Figura 5.20.



**Figura 5.20** Curva de Carga Diaria Urdesa

La curva de carga diaria de Urdesa tiene el comportamiento típico de una curva residencia de carga en la cual se destaca tres picos de carga, el primero se presenta alrededor de las 08H00 siendo este el más pequeño del día con 0,54 (Kw), el segundo pico se presenta a las 15H45 con 0,76 (Kw) y el pico

más alto del día con 0,88 (Kw) ocurre a las 21H45 el cual después de unos minutos comienza a decrecer hasta llegar a las 06H00 de la mañana.

El consumo más bajo de potencia se da a las 7H00 y es de 0,45 (Kw) que representa el 51% de la potencia máxima utilizada en el día.

La Potencia Reactiva como es habitual en usuarios residenciales se comporta de manera constante manteniéndose en un promedio de 0,22 (Kvar) con variaciones insignificantes durante el día.

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales de Urdesa con la siguiente fórmula:

$$P_{max} = P_u * N \quad (5.9)$$

Dónde:

Pmax: Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para Urdesa los valores son los siguientes:

PU= 0,88 [Kw]

N= 11122

Entonces:

$$P_{max} = (0,88) * (11122) = 9787,36[Kw] \quad \mathbf{(5.20)}$$

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida por los usuarios residenciales en Urdesa utilizamos la fórmula anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{min} = P_u * N \quad \mathbf{(5.13)}$$

Dónde:

Pmin: Potencia Mínima del Sector

PU: Potencia Mínima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para Urdesa los valores son los siguientes:

PU= 0,45 [Kw]

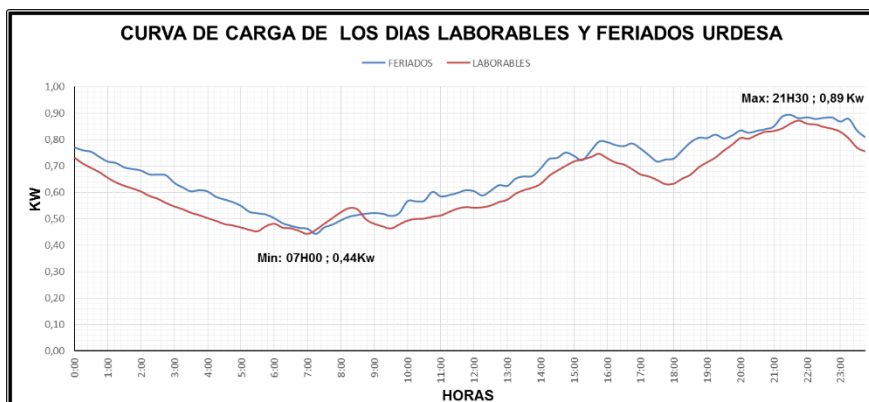
$N = 11122$

Entonces:

$$P_{MIN} = (0,45) * (11122) = 5004,9[Kw] \quad (5.42)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en Urdesa debe de ser 9,79 (Mw) y 5,01 (Mw) respectivamente.

#### 5.4.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



**Figura 5.21** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Urdesa

Podemos observar en la gráfica que la curva de carga de los días festivos o feriados se encuentra por

ligeramente por encima de la curva de carga de los días laborables lo que nos da a entender que en los feriados la gente consume más energía en sus hogares, esto se debe por ejemplo a que pasan mucho más tiempo en su residencia y por ende utilizan más sus artefactos eléctricos.

En estos días festivos el consumo máximo de potencia es a las 21H30 con una carga de 0.89 (Kw) y el menor consumo igualmente se presenta en estos días aproximadamente a las 7H00 con una potencia de 0.44Kw.

A continuación en la Tabla 18 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.

**Tabla 18** Estadística Descriptiva Días Laborables

Feridos Urdesa

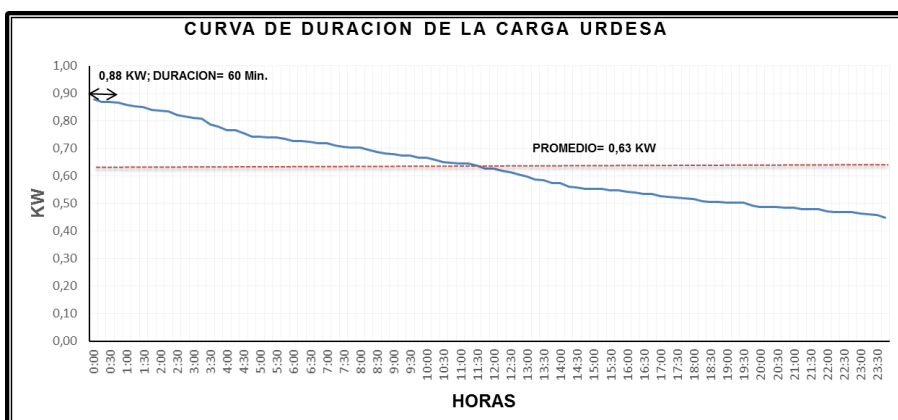
ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
DIAS	FERIADOS	LABORABLES
Media	0,68	0,62
Error típico	0,01	0,01
Mediana	0,69	0,62
Desviación estándar	0,13	0,13
Varianza de la muestra	0,02	0,02
Rango	0,45	0,43
Mínimo	0,44	0,44
Máximo	0,89	0,87
Suma	65,12	59,99
Cuenta	96,00	96,00



El consumo máximo de energía en los días Laborables es de 0,87 (Kw) alrededor de las 21H15 habiendo una diferencia de 0,02 (Kw) comparado con los días Feriados que es de 0,89 (Kw) a las 21H30, mientras que el mínimo consumo es aproximadamente igual en los dos casos siendo este de 0,44 (Kw).

Se puede destacar que el rango en ambos casos es casi igual y está entre 0,43 y 0,45 (Kw) que es aproximadamente un 50% de variación de la potencia máxima, lo que quiere decir que la carga se duplica durante el transcurso del día.

#### 5.4.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



**Figura 5.22** Curva de Duración de la Carga Urdesa

Como se muestra en la gráfica la carga más alta durante el día es de 0,88 y está presente en la red por un lapso de tiempo de 60 minutos lo que nos ayudara a saber cuándo tiempo durante el día debemos trabajar a máxima, media y mínima carga ahorrando mucho dinero en gastos de operación en las diferentes centrales de generación ya sea hidroeléctricas, térmicas, eólicas, solares, etc.

Ya que nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una generadora.

#### 5.4.2 FACTOR DE POTENCIA

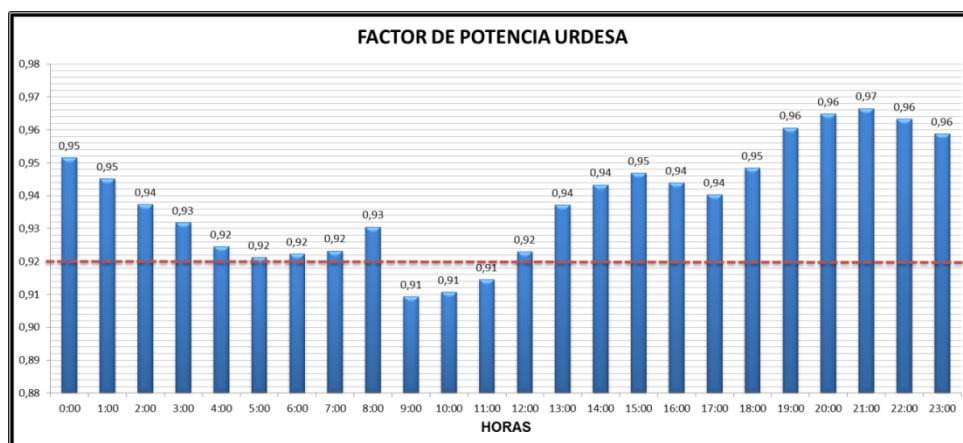
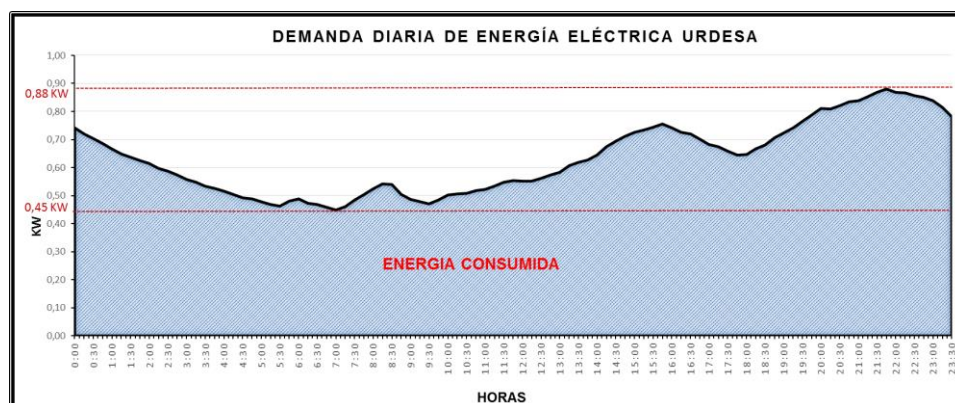


Figura 5.23 Factor de Potencia Urdesa

El factor de potencia durante todo el día cumple las normativas impuestas por el Arconel (Agencia de Regulación y control de Electricidad) de que el factor de potencia debe ser mayor a 0,92 a excepción de 3 horas que es entre las 09H00 y las 12H00 que presenta un factor de potencia de 0,91 que no representa un problema ya se desvía ligeramente de limite, este factor de potencia se lo puede mejorar colocando un banco de capacitores el cual requerirá un estudio previo en la zona para determinar el lugar exacto donde instalarlo y la capacidad del mismo.

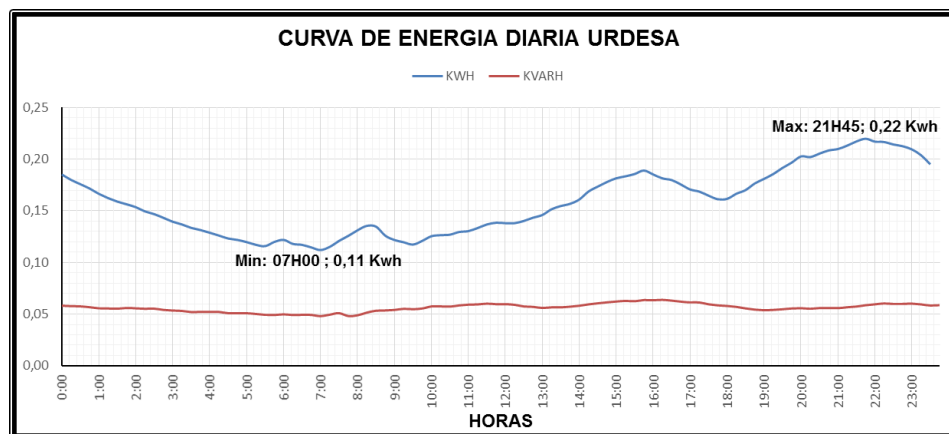
#### 5.4.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA



**Figura 5.24** Demanda Diaria de Energía Eléctrica Urdesa

Como se observa en la figura la energía consumida promedio durante un día es el área bajo de curva de la Figura 5.24 que

alcanza un valor de 15,21 (Kwh) y para un mejor entendimiento del comportamiento del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.25.



**Figura 5.25** Curva de Energía Diaria Urdesa

El Pico Máximo de consumo de Energía se produce alrededor 21H45 siendo este de 0.22 (Kwh) lo que nos indica que existe bastante actividad a esta hora manteniéndose durante 1 hora aproximadamente con ligeras variaciones, por otro lado la Energía Mínima consumida es de 0.11 (Kwh) y se presenta a las 07h00.

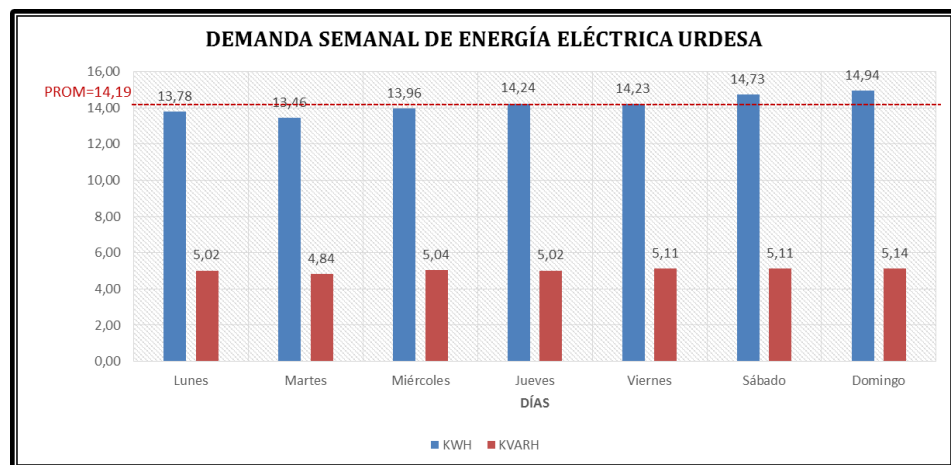
A su vez observamos que el consumo de Energía Reactiva (Kvarh) se mantiene casi constante durante todo el día con un valor mínimo de 0,06 (Kvarh).

#### 5.4.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

DIAS	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Lunes	13,78	5,02	0,57	0,21
Martes	13,46	4,84	0,56	0,20
Miércoles	13,96	5,04	0,58	0,21
Jueves	14,24	5,02	0,59	0,21
Viernes	14,23	5,11	0,59	0,21
Sábado	14,73	5,11	0,61	0,21
Domingo	14,94	5,14	0,62	0,21
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>14,19</b>	<b>5,04</b>	<b>0,59</b>	<b>0,21</b>

**Tabla 19** Consumo de Energía y Potencia Semanal Urdesa

La Tabla 19 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por los usuarios residenciales de Urdesa para cada día de la semana con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.26** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Urdesa

En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía activa y reactiva promedio de la semana de un usuario residencial en Urdesa.

El consumo de energía eléctrica promedio en la semana es de 14,19 (Kwh), presentándose el mayor consumo de energía eléctrica los fines de semana y como máximo consumo el día domingo con 14,94 (Kwh).

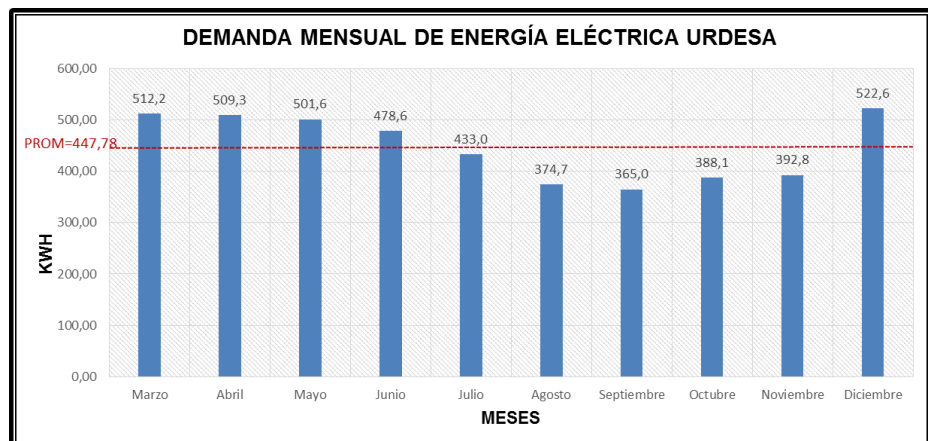
A su vez el consumo de energía reactiva esta con un promedio de 5,04 (Kvarh).

#### 5.4.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

MES	ENERGÍA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Marzo	512,18	167,07	0,69	0,23
Abril	509,31	169,02	0,71	0,23
Mayo	501,64	170,22	0,67	0,24
Junio	478,56	167,43	0,66	0,23
Julio	432,98	162,29	0,58	0,23
Agosto	374,70	147,41	0,50	0,20
Septiembre	364,98	143,04	0,51	0,20
Octubre	388,12	150,65	0,52	0,21
Noviembre	392,78	145,69	0,55	0,20
Diciembre	522,61	171,95	0,70	0,24
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>447,78</b>	<b>159,48</b>	<b>0,61</b>	<b>0,22</b>

**Tabla 20** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Urdesa

La Tabla 20 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por usuario residencial de Urdesa para cada mes del año a excepción de Enero y Febrero con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.27** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Urdesa

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 447,78 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$57,45 USD y un promedio de potencia de 0,61 (Kw).

Diciembre presenta el consumo de energía eléctrica más alto del año llegando a un consumo de 522,6 Kwh-mes que por lo general este mes es el más propenso a un incremento notable del consumo de energía eléctrica por la llegada de la navidad y el fin de año que es lleno de celebraciones y por ende de consumo de energía eléctrica, aunque también se presenta un consumo notable en los meses de marzo, abril y mayo por lo que debemos brindarles la mayor atención posible estructurando



planes para poner suplir este aumento notable de carga en todos los usuarios residenciales.

En los meses restantes el consumo de energía eléctrica llega a decaer hasta en un 30 % en los cuales se debe aprovechar para sacar de funcionamiento los generados y darles el mantenimiento respectivo.

## **5.5 GARZOTA**

Actualmente la Garzota cuenta con 3139 clientes residenciales que cuentan con medidores AMI, los cuales se encuentran distribuidos dentro del área marcada en la Figura 5.28.



- El factor de potencia

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 100% de la muestra calculada para este sector, esta información fue brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

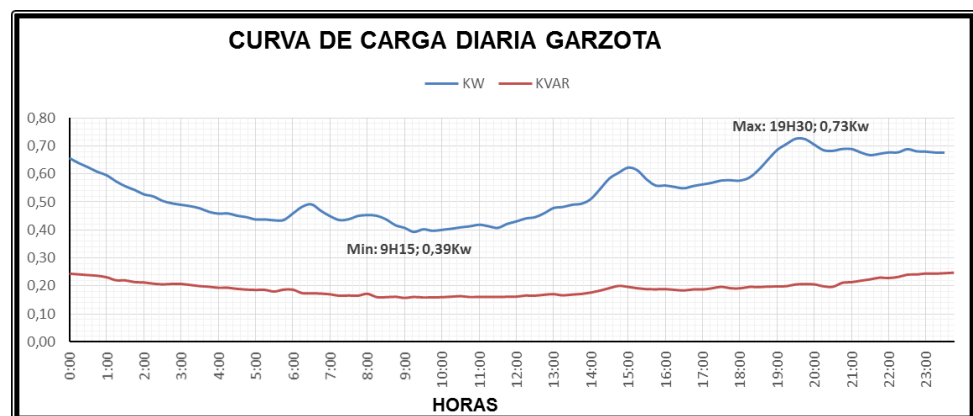
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia y factor de potencia promedio cada hora de la Garzota:

**Tabla 21 Consumos Garzota**

GARZOTA					
HORA	KWH PROMEDIO	KW PROMEDIO	KVARH PROMEDIO	KVAR PROMEDIO	FACTOR DE POTENCIA
0:00	0,16	0,63	0,06	0,24	0,93
1:00	0,14	0,57	0,06	0,22	0,93
2:00	0,13	0,51	0,05	0,21	0,93
3:00	0,12	0,48	0,05	0,20	0,92
4:00	0,11	0,45	0,05	0,19	0,92
5:00	0,11	0,44	0,05	0,18	0,92
6:00	0,12	0,48	0,04	0,18	0,94
7:00	0,11	0,44	0,04	0,17	0,94
8:00	0,11	0,44	0,04	0,16	0,94
9:00	0,10	0,40	0,04	0,16	0,93
10:00	0,10	0,41	0,04	0,16	0,93
11:00	0,10	0,42	0,04	0,16	0,93
12:00	0,11	0,44	0,04	0,17	0,94
13:00	0,12	0,49	0,04	0,17	0,94
14:00	0,14	0,56	0,05	0,19	0,95
15:00	0,15	0,59	0,05	0,19	0,95
16:00	0,14	0,55	0,05	0,19	0,95
17:00	0,14	0,57	0,05	0,19	0,95
18:00	0,15	0,61	0,05	0,20	0,95
19:00	0,18	0,71	0,05	0,20	0,96
20:00	0,17	0,69	0,05	0,20	0,96
21:00	0,17	0,68	0,06	0,22	0,95
22:00	0,17	0,68	0,06	0,24	0,95
23:00	0,17	0,67	0,06	0,25	0,94

Con los valores de Energía, Potencia y Factor de Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 21 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación mostraremos la curva de carga diaria de la Garzota en la Figura 5.29.



**Figura 5.29** Curva de Carga Diaria Garzota

La curva de carga diaria de la Garzota tiene el comportamiento típico de una curva residencial presentando 3 picos de carga durante en el día.

El primer pico se presenta en la mañana cuando generalmente las personas se despiertan y prenden sus artefactos eléctricos y luces a la hora del desayuno, este pico es de 0,48 (Kw) a las 9. El segundo pico de carga se forma a las 15H00 y es de 0,62 (Kw) y el tercer pico de carga es de 0,73 a las 19H30 siendo este la máxima carga durante el día.

El consumo más bajo de potencia activa se da a las 9H15 y es de 0,39 (Kw).

La Potencia Reactiva como es habitual en usuarios residenciales se comporta de manera constante manteniéndose en un promedio de 0,19 (Kvar) con variaciones insignificantes.

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales de la Garzota con la siguiente formula:

$$P_{max} = P_u * N \quad (5.53)$$

Dónde:

$P_{max}$ : Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Garzota los valores son los siguientes:

PU= 0,73 [Kw]

N= 3187

Entonces:

$$P_{max} = (0,73) * (3187) = 2326,51 [Kw] \quad (5.64)$$

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida por los usuarios residenciales en la Garzota utilizamos la fórmula anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{min} = P_u * N \quad (5.75)$$

Dónde:

$P_{min}$ : Potencia Mínima del Sector

PU: Potencia Mínima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Garzota los valores son los siguientes:

PU= 0,39 [Kw]

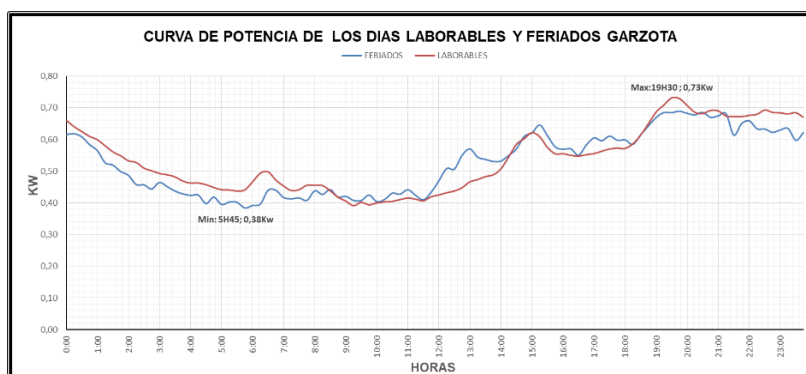
N= 3187

Entonces:

$$P_{MIN} = (0,39) * (3187) = 1242,93[Kw] \quad (5.86)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en el sector la Garzota debe de ser 2,33 (Mw) y 1,24 (Mw) respectivamente.

### 5.5.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



**Figura 5.30** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Garzota

Podemos ver en la gráfica que la curva de carga de los días laborables y los días feriados se comportan de manera similar, en la mañana se observa un mayor consumo de energía en los días laborables mientras que en el transcurso del día desde las 9H00 hasta las 18H00 existe un incremento de carga en los días feriados estando ligeramente por encima de la curva de carga de los días laborables.

A continuación en la Tabla 22 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.

**Tabla 22** Estadística Descriptiva Días Laborables y Feriados Garzota

ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
DIAS	FERIADOS	LABORABLES
Media	0,53	0,54
Error típico	0,01	0,01
Mediana	0,53	0,53
Desviación estándar	0,10	0,10
Varianza de la muestra	0,01	0,01
Coefficiente de asimetría	0,09	0,31
Rango	0,31	0,34
Mínimo	0,38	0,39
Máximo	0,69	0,73
Suma	50,66	51,70
Cuenta	96,00	96,00

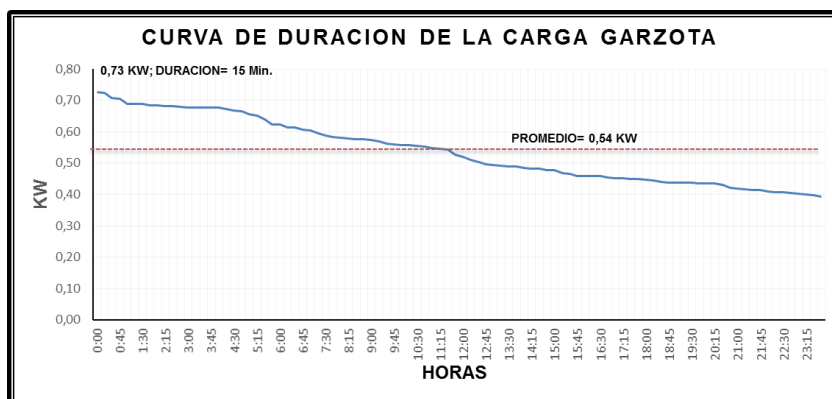
El consumo máximo de energía en los días Festivos es de 0,69 (Kw) alrededor de las 21H00 habiendo



una diferencia de 0,04 (Kw) comparado con los días Laborables que es de 0,73 (Kw) a las 19H30, mientras que el mínimo consumo es aproximadamente igual en los dos casos siendo este de 0,38 (Kw).

De estos datos ponemos destacar que el consumo estándar en las residencias o Mediana es 0,53 (Kw) en ambos casos.

### 5.5.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



**Figura 5.31** Curva de Duración de la Carga Garzota

La curva de duración de carga nos permite conocer el valor máximo de potencia y el periodo en el que se encuentra en la red, en este caso la potencia máxima

consumida es de 0,73 (Kw) y permanece durante aproximadamente 15 minutos, también podemos observar que la potencia permanece constante durante 3 horas aproximadamente consumiendo 0,69 (Kw).

La potencia promedio es de 0,54 (Kw), mientras que la mínima potencia consumida en el día es de 0,38 (Kw).

El conocer la duración de la carga máxima, media y mínima nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una central de generación.

### 5.5.2 FACTOR DE POTENCIA

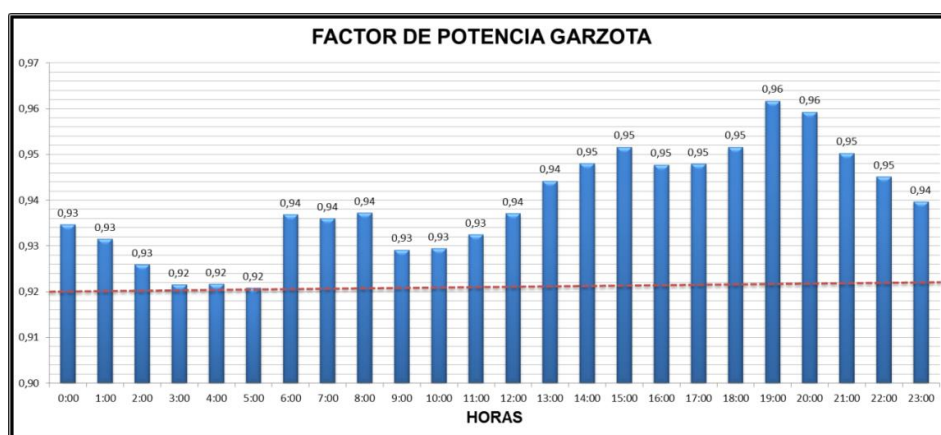
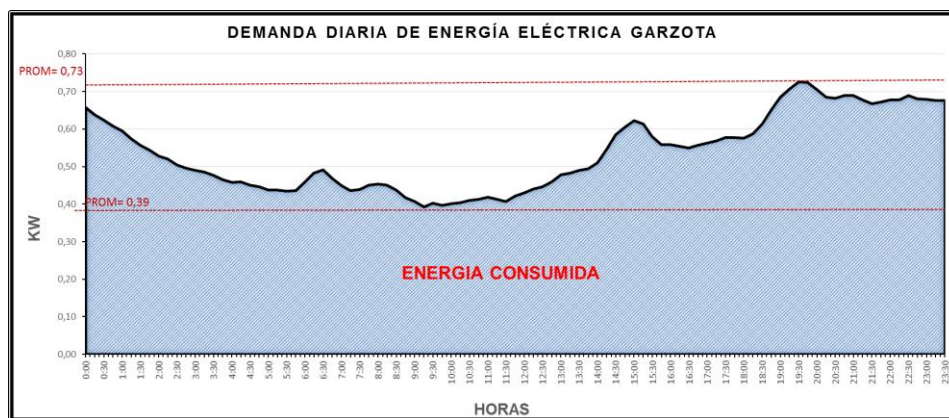


Figura 5.32 Factor de Potencia Garzota

El factor de potencia durante todo el día cumple las normativas impuestas por el Arconel (Agencia de Regulación y control de Electricidad) de que el factor de potencia debe ser mayor a 0,92.

### 5.5.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

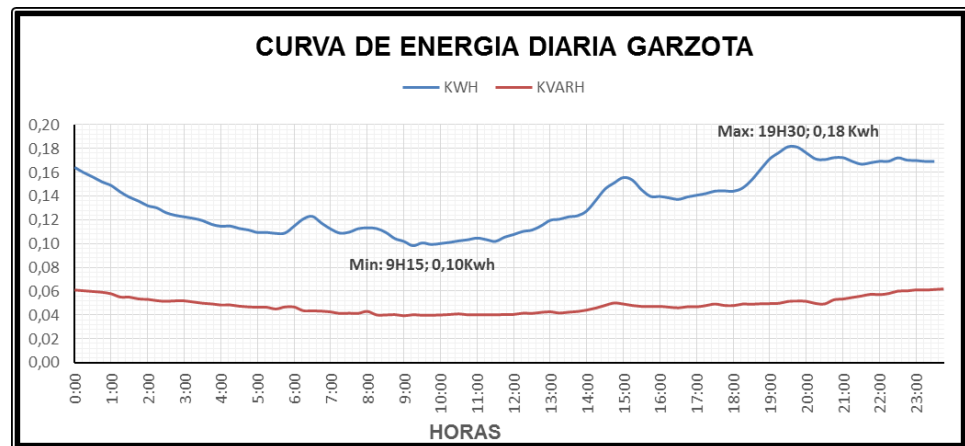


**Figura 5.33** Demanda Diaria de Energía Eléctrica Garzota

Como observamos en la gráfica, el área bajo la curva representa la energía eléctrica promedio que consume un usuario de la Garzota en el día.

El consumo diario de energía eléctrica en la Garzota es de 12,91 (Kwh), para un mejor entendimiento acerca del comportamiento

del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.34.



**Figura 5.34** Curva de Energía Diaria Garzota

Como podemos observar en la gráfica el consumo de energía más alto en el día se produce en la noche como es típico en usuarios residenciales y el mínimo consumo de energía eléctrica se realiza desde las 09H00 hasta aproximadamente las 11H00.

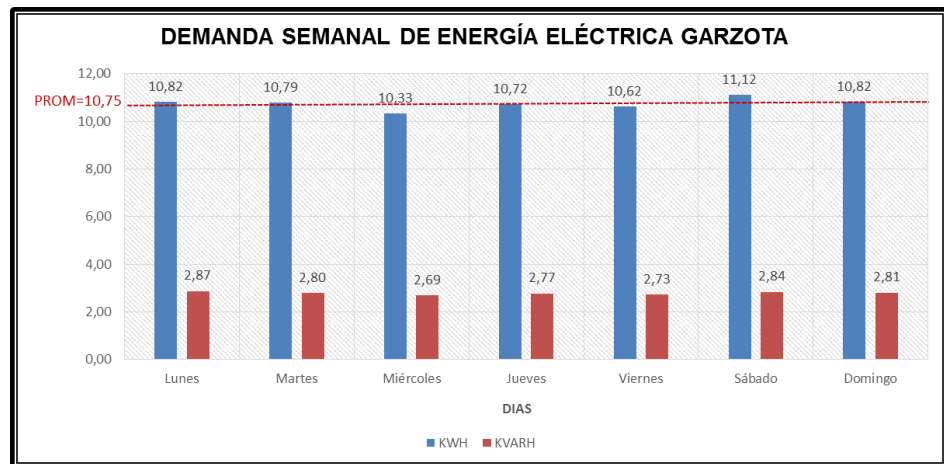
A su vez observamos que el consumo de Energía Reactiva (Kvarh) se mantiene casi constante durante todo el día con un valor promedio de 0,07 (Kvarh).

#### 5.5.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

DIAS	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Lunes	10,82	2,87	0,451	0,12
Martes	10,79	2,80	0,450	0,12
Miércoles	10,33	2,69	0,430	0,11
Jueves	10,72	2,77	0,447	0,12
Viernes	10,62	2,73	0,443	0,11
Sábado	11,12	2,84	0,463	0,12
Domingo	10,82	2,81	0,451	0,12
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>10,75</b>	<b>2,79</b>	<b>0,45</b>	<b>0,12</b>

**Tabla 23** Consumo de Energía y Potencia Semanal Garzota

La Tabla 23 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por los usuarios residenciales de la Garzota para cada día de la semana con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.35** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Garzota

En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía activa y reactiva promedio de la semana de un usuario residencial en la Garzota el cual se mantiene casi constante que tiene una demanda de 10,75 (Kwh), a su vez el día sábado presenta el mayor consumo de energía eléctrica siendo este de 11,12 (Kwh) y el menor consumo se presenta el día miércoles con 10,33 (Kwh).

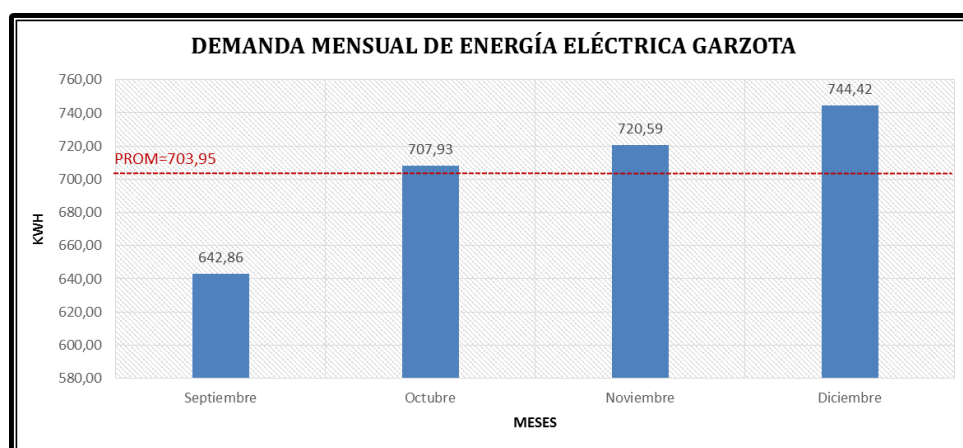
El consumo de energía reactiva promedio es de 2,79 (Kvarh).

### 5.5.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

MES	ENERGIA		POTENCIA	
	KWH	KVARH	KW	KVAR
Septiembre	642,86	166,43	0,89	0,23
Octubre	707,93	192,76	0,95	0,27
Noviembre	720,59	184,41	1,00	0,26
Diciembre	744,42	188,88	1,00	0,26
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>703,95</b>	<b>183,12</b>	<b>0,96</b>	<b>0,25</b>

**Tabla 24** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Garzota

La Tabla 24 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por usuario residencial de la Garzota para los últimos meses del año a excepción con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.36** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Garzota

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 703,95 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$96,36 USD y un promedio de potencia de 0,96 (Kw).

Diciembre presenta el consumo de energía eléctrica más alto del año llegando a un consumo de 744,42 Kwh-mes que por lo general es el mes de más alto debido a festividades, que hacen de este mes el más propenso a un incremento notable del consumo de energía eléctrica y al cual debemos brindarle la mayor atención posible estructurando planes para poner suplir este aumento notable de carga en todos los usuarios residenciales.



## 5.6 CENTRO

Actualmente el centro cuenta con 2181 clientes residenciales que cuentan con medidores AMI, los cuales se encuentran distribuidos dentro del área marcada en la Figura 5.37.

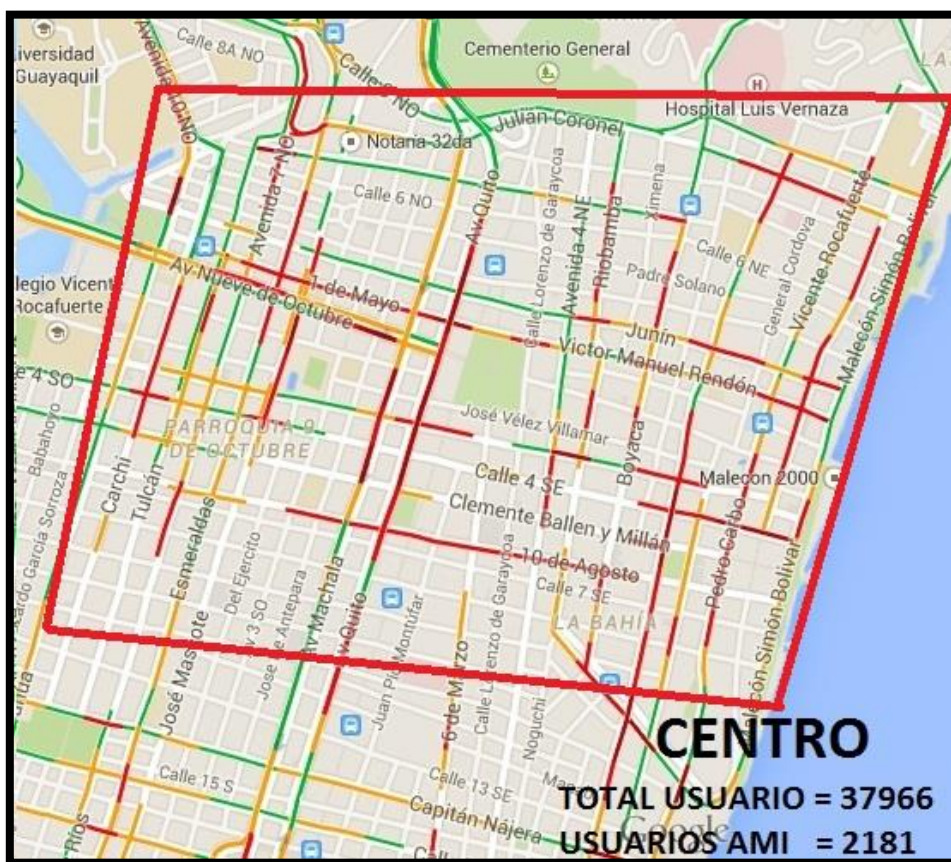


Figura 5.37 Límites del Sector Centro

### 5.6.1 CURVA DE CARGA DIARIA

Para el cálculo de energía y potencia promedio utilizada por cada usuario del sector Centro se utilizaron un total de 4

usuarios en un periodo de tiempo de aproximadamente un año, luego con estos datos se graficó:

- La curva de carga diaria
- La curva de carga de los días laborables y feriados
- La curva de duración de la carga

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 21% de la muestra calculada para este sector, esta información fue brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

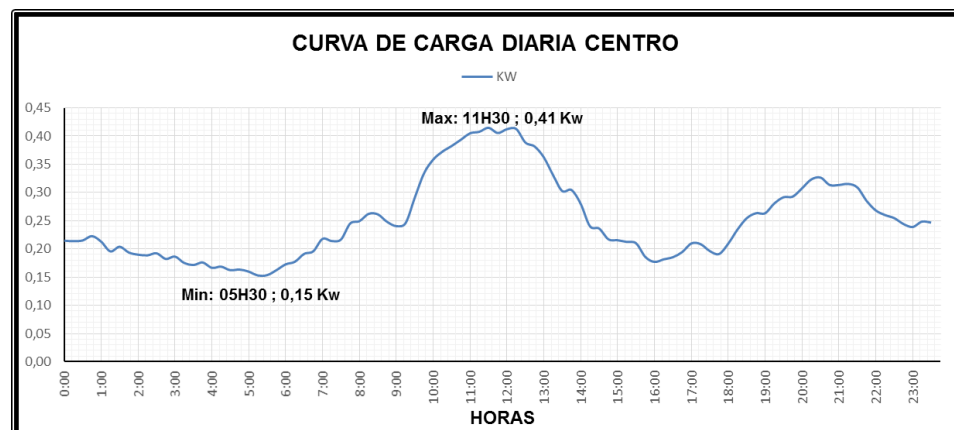
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia y factor de potencia promedio cada hora de la Centro:

**Tabla 25 Consumos Centro**

<b>CENTRO</b>		
<b>HORA</b>	<b>KWH PROMEDIO</b>	<b>KW PROMEDIO</b>
<b>0:00</b>	0,05	0,22
<b>1:00</b>	0,05	0,20
<b>2:00</b>	0,05	0,19
<b>3:00</b>	0,04	0,18
<b>4:00</b>	0,04	0,17
<b>5:00</b>	0,04	0,16
<b>6:00</b>	0,05	0,18
<b>7:00</b>	0,06	0,22
<b>8:00</b>	0,06	0,26
<b>9:00</b>	0,07	0,28
<b>10:00</b>	0,09	0,38
<b>11:00</b>	0,10	0,41
<b>12:00</b>	0,10	0,40
<b>13:00</b>	0,08	0,33
<b>14:00</b>	0,06	0,24
<b>15:00</b>	0,05	0,21
<b>16:00</b>	0,05	0,18
<b>17:00</b>	0,05	0,20
<b>18:00</b>	0,06	0,24
<b>19:00</b>	0,07	0,28
<b>20:00</b>	0,08	0,32
<b>21:00</b>	0,08	0,31
<b>22:00</b>	0,06	0,26
<b>23:00</b>	0,06	0,24

Con los valores de Energía, Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 25 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación mostraremos la curva de carga diaria del sector la Centro en la Figura 5.38.



**Figura 5.38** Curva de Carga Diaria Centro

La Curva de Carga Diaria del Centro presenta un comportamiento similar a una curva residencial, teniendo en la tarde los consumos altos de potencia, los consumos más altos los presenta alrededor de las 11H30 y decrece de manera paulatina a las 16H00 con un ligero aumento de consumo en la noche.

El consumo más bajo se da a las 05H30 y es de 0,15 (Kw) y va aumentando hasta llegar a su punto más alto que es de 0,41 (Kw).

La Potencia Reactiva como es habitual en usuarios residenciales se comporta de manera constante, en esta zona

no se pudo calcular porque no fue provisto por la empresa eléctrica.

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales del Centro con la siguiente formula:

$$P_{max} = P_u * N \quad (5.97)$$

Dónde:

Pmax: Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Kennedy los valores son los siguientes:

PU= 0,41 [Kw]

N= 37966

Entonces:

$$P_{max} = (0,41) * (37966) = 15566,06 [Kw]$$

**(5.108)**

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida por los usuarios residenciales en el Centro utilizamos la fórmula anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{min} = P_u * \quad (5.119)$$

Dónde:

Pmin: Potencia Mínima del Sector

PU: Potencia Mínima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para la Kennedy los valores son los siguientes:

PU= 0,15 [Kw]

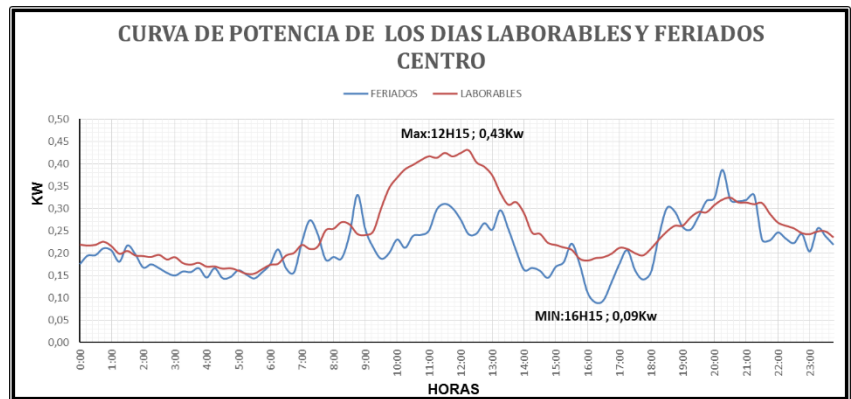
N= 37966

Entonces:

$$P_{MIN} = (0,15) * (37966) = 5694,9[Kw] \quad (5.20)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en el sector del Centro debe de ser 15,566 (Mw) y 5,694 (Mw) respectivamente.

### 5.6.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



**Figura 5.39** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados del Centro

Podemos ver en la gráfica que la curva de carga de días laborables se encuentra ligeramente por encima de la curva de carga de días Feriados lo que nos da a saber que los clientes residenciales consumen menos energía en estos días ya que no se encuentran en sus hogares.

A continuación en la Tabla 26 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.

**Tabla 26** Estadística Descriptiva Días Laborables y  
Feriados del Centro

ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
<i>DIAS</i>	<i>FERIADOS</i>	<i>LABORABLES</i>
Media	0,21	0,25
Error típico	0,01	0,01
Mediana	0,21	0,24
Desviación estándar	0,06	0,08
Varianza de la muestra	0,00	0,01
Rango	0,30	0,28
Mínimo	0,09	0,15
Máximo	0,39	0,43
Suma	20,54	24,47
Cuenta	96,00	96,00

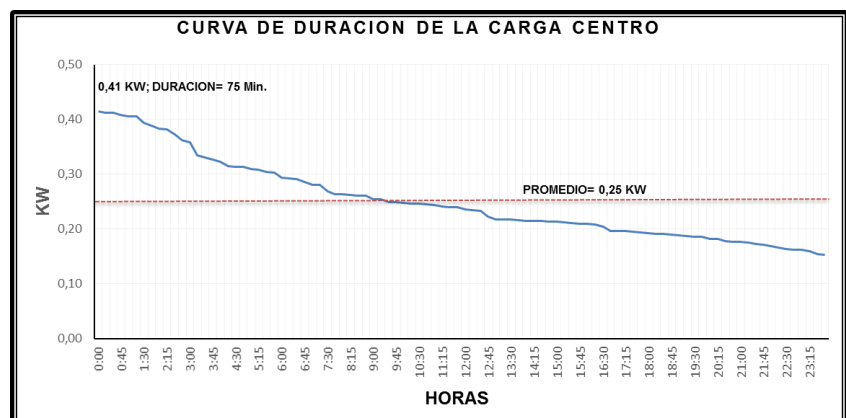
El consumo máximo de energía en los días Festivos es de 0,39 (Kw) alrededor de las 20H00 habiendo una diferencia de 0,04 (Kw) comparado con los días Laborables que es de 0,43 (Kw) a las 12H15, mientras que el mínimo consumo es aproximadamente igual a 0.09 (Kw) en los días Festivos y 0.15 (Kw) en los días Laborales.

De estos datos ponemos destacar que el consumo estándar en las residencias o Mediana es 0,21 (Kw)



en los días Feriados y de 0,24 (Kw) en los días Laborables.

### 5.6.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



**Figura 5.40** Curva de Duración de la Carga del Centro

Este gráfico nos permite analizar el comportamiento de la carga en periodos de tiempo definidos lo cual nos ayudara a saber cuándo debemos trabajar a máxima, media y mínima carga ahorrando mucho dinero en gastos de operación en las diferentes fuentes de generación ya sea hidroeléctricas, térmicas, eólicas, solares, etc.

Ya que nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una central de generación.

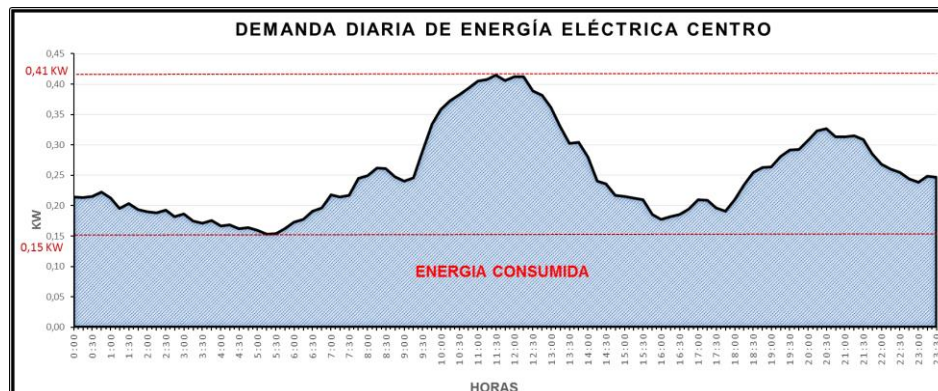
En este caso como sabemos el consumo residencial más grande en el Centro es de 0,41 (Kw) y está presente en la red durante aproximadamente 76 minutos que es el tiempo en que los usuarios residenciales utilizan su máxima carga.

Presenta un consumo promedio de 0.25 (Kw).

### **5.6.2 FACTOR DE POTENCIA**

No se pudo calcular el factor de potencia por falta de información que no fue proporcionada por la empresa eléctrica CNEL Guayaquil.

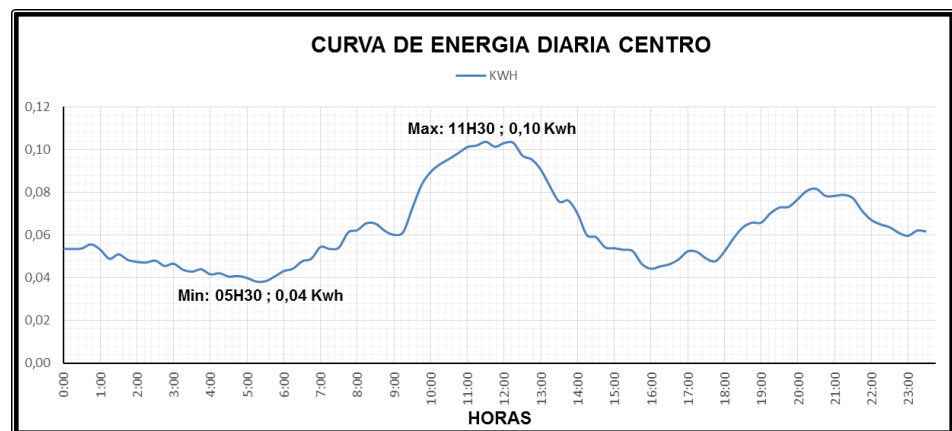
### 5.6.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA



**Figura 5.41** Demanda Diaria de Energía Eléctrica del Centro

Como observamos en la gráfica, el área bajo la curva representa la energía eléctrica promedio que consume un usuario del sector del Centro en un día cualquiera.

La demanda diaria promedio de energía eléctrica en este sector es de 6,03 (Kwh), para un mejor entendimiento acerca del comportamiento del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.42.



**Figura 5.42** Curva de Energía Diaria del Centro

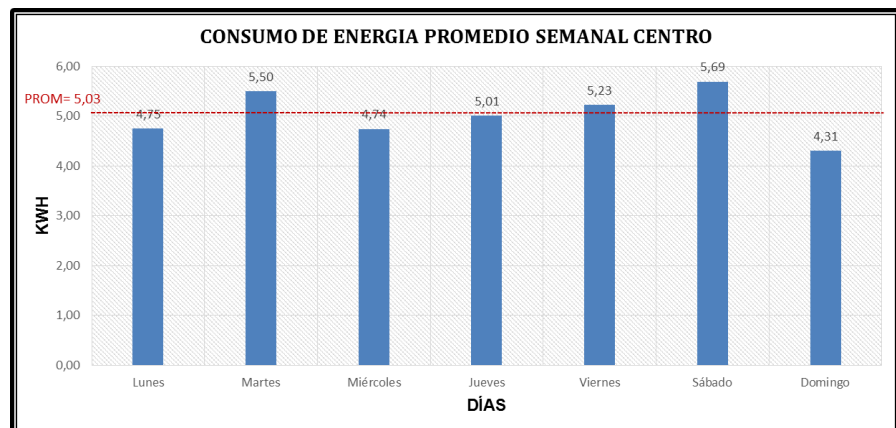
El Pico Máximo de consumo de Energía Activa (Kwh) se produce alrededor 11H30 siendo este de 0.10 (Kwh) lo que nos indica que existe bastante actividad a esta hora manteniéndose durante 3 horas aproximadamente con ligeras variaciones, por otro lado la Energía Mínima consumida es de 0.04 (Kwh) y se presenta a las 05h30.

#### 5.6.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 27** Consumo de Energía y Potencia Semanal Centro

DIAS	ENERGIA	POTENCIA
	KWH	KW
Lunes	4,75	0,20
Martes	5,50	0,23
Miércoles	4,74	0,20
Jueves	5,01	0,21
Viernes	5,23	0,22
Sábado	5,69	0,24
Domingo	4,31	0,18
CONSUMO PROMEDIO	5,03	0,21

La Tabla 27 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por los usuarios residenciales del Centro para cada día de la semana con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.43** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Centro

En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía activa promedio de la semana de un usuario residencial en el Centro el cual se mantiene en un rango entre 4,3 y 5,70 (Kwh) a excepción de los días sábados que tiene la mayor de las demandas, el sábado presenta el mayor consumo de energía que fue de 5,69 (Kwh).

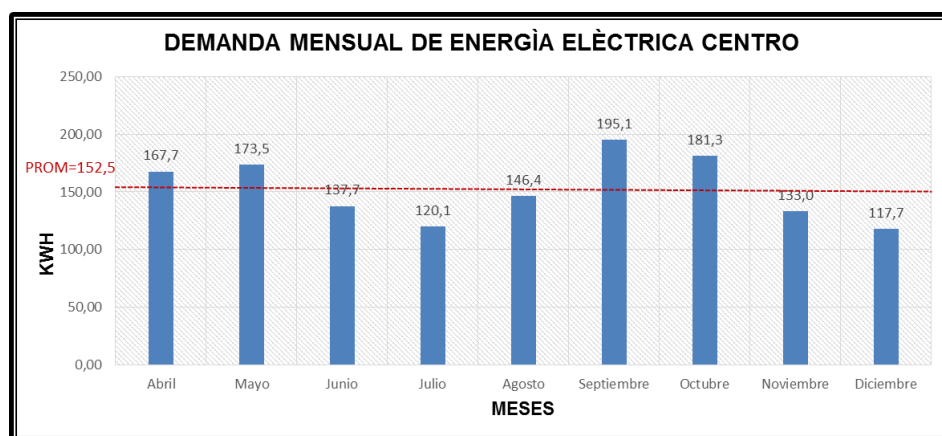
El consumo de energía eléctrica promedio en la semana es de 5,03 (Kwh) y el menor consumo de energía se produce el día domingo con 4,31 (Kwh).

### 5.6.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 28** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Centro

MESES	ENERGIA	POTENCIA
	KWH	KW
Abril	167,68	0,23
Mayo	173,45	0,23
Junio	137,67	0,19
Julio	120,06	0,16
Agosto	146,45	0,20
Septiembre	195,08	0,27
Octubre	181,25	0,24
Noviembre	133,03	0,18
Diciembre	117,66	0,16
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>152,48</b>	<b>0,21</b>

La Tabla 28 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por usuarios residenciales del Centro para cada mes del año a excepción de Enero, Febrero y Marzo con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.44** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Centro

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 152,48 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$20,77 USD y un promedio de potencia de 0,21 (Kw).

Septiembre presenta el consumo de energía eléctrica más alto del año llegando a un consumo de 195,1 Kwh-mes, por lo general el mes que más se consume en casi todos los hogares es Diciembre pero en este caso es el mes con menos consumo de energía eléctrica. Este mes de Septiembre es el más propenso a un incremento notable del consumo de energía eléctrica y al cual debemos brindarle la mayor atención posible estructurando planes para poner suplir este aumento notable de carga en todos los usuarios residenciales.





### 5.7.1 CURVA DE CARGA DIARIA

Para el cálculo de energía y potencia promedio utilizada por cada usuario de la zona Sur se utilizaron un total de 10 usuarios en un periodo de tiempo de aproximadamente un año, luego con estos datos se graficó:

- La curva de carga diaria
- La curva de carga de los días laborables y feriados
- La curva de duración de la carga

La cantidad de usuarios utilizada en este sector corresponde al 100% de la muestra calculada para este sector, esta información fue brindada por parte de la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

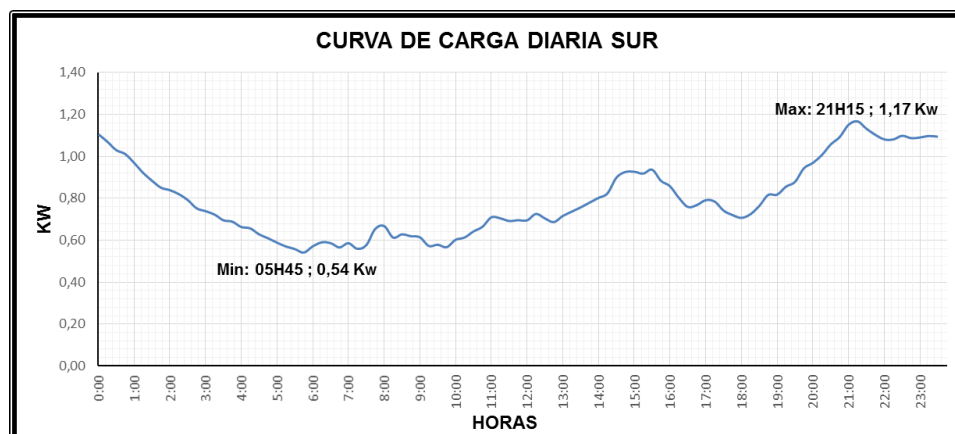
En la siguiente tabla mostraremos los datos de energía, potencia promedio cada hora del Sur:

**Tabla 29 Consumos Sur**

<b>SUR</b>		
<b>HORA</b>	<b>KWH PROMEDIO</b>	<b>KW PROMEDIO</b>
0:00	0,26	1,05
1:00	0,23	0,91
2:00	0,20	0,80
3:00	0,18	0,71
4:00	0,16	0,64
5:00	0,14	0,56
6:00	0,14	0,58
7:00	0,15	0,59
8:00	0,16	0,63
9:00	0,15	0,58
10:00	0,16	0,63
11:00	0,18	0,70
12:00	0,18	0,70
13:00	0,19	0,75
14:00	0,22	0,86
15:00	0,23	0,92
16:00	0,20	0,80
17:00	0,19	0,76
18:00	0,19	0,75
19:00	0,22	0,87
20:00	0,26	1,03
21:00	0,28	1,14
22:00	0,27	1,09
23:00	0,27	1,10

Con los valores de Energía, Potencia obtenidos en los cálculos y que se muestran en la Tabla 29 procedemos a graficar nuestras curvas de carga.

A continuación mostraremos la curva de carga diaria del sector del Sur en la Figura 5.46.



**Figura 5.46** Curva de Carga Diaria Centro

La Curva de Carga Diaria del Sur presenta un comportamiento típico de una curva residencial ya que en la noche contiene consumos altos de potencia, su consumo más alto los presenta alrededor de las 21H00 y decrece de manera paulatina a las 22H00.

El consumo más bajo se da a las 5H45 y es de 0,64 (Kw) y va aumentando hasta llegar a su punto más alto que es de 1,17 (Kw).

Con estos valores de potencia máxima y mínima por usuario podemos calcular la potencia máxima y mínima que requieren todos los usuarios residenciales del Sur con la siguiente formula:

$$P_{max} = P_u * N$$

**(5.212)**

Dónde:

Pmax: Potencia Máxima del Sector

PU: Potencia Máxima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para el Sur los valores son los siguientes:

PU= 1,17 [Kw]

N= 143.725

Entonces:

$$P_{max} = (1,17) * (143.725) = 168.158,25 [Kw] \quad \mathbf{(5.22)}$$

Para conocer cuál es la Potencia Mínima requerida por los usuarios residenciales en el Sur utilizamos la fórmula anterior, reemplazando la Potencia máxima con el valor de Potencia Mínima:

$$P_{min} = P_u * \quad (5.23)$$

Dónde:

Pmin: Potencia Mínima del Sector

PU: Potencia Mínima por Usuario

N: Número de Usuarios Residenciales

Para el Sur los valores son los siguientes:

PU= 0,64 [Kw]

N= 143725

Entonces:

$$P_{MIN} = (0,64) * (143725) = 91.984[Kw] \quad (5.24)$$

La Potencia Máxima y Mínima que debe ser suplida por la empresa eléctrica de Guayaquil para las cargas residenciales en el sector del Sur y debe de ser 168.16 (Mw) y 91.9 (Mw) respectivamente.

### 5.7.1.1 CURVA DE CARGA DE LOS DIAS LABORABLES Y FERIADOS



**Figura 5.47** Curva de Carga de los Días Laborables y Feriados Sur

Podemos ver en la gráfica que la curva de carga de los días Feriados se encuentra ligeramente por encima de la curva de carga de días Laborables lo que nos da a saber que los clientes residenciales consumen más energía en estos días ya que se encuentran en casa.

A continuación en la Tabla 30 se presentan una estadística descriptiva de las dos curvas.

**Tabla 30** Estadística Descriptiva Días Laborables y  
Feriados Sur

ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
<i>DIAS</i>	<i>FERIADOS</i>	<i>LABORABLES</i>
Media	0,89	0,78
Error típico	0,02	0,02
Mediana	0,88	0,72
Desviación estándar	0,18	0,18
Varianza de la muestra	0,03	0,03
Rango	0,63	0,66
Mínimo	0,55	0,51
Máximo	1,18	1,17
Suma	85,67	74,88
Cuenta	96,00	96,00

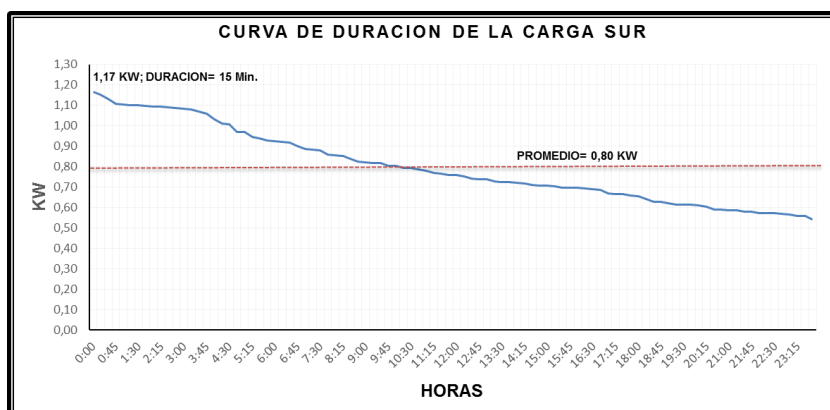
El consumo máximo de energía en los días Festivos es de 1,18 (Kw) alrededor de las 24H00 habiendo una diferencia de 0,01 (Kw) comparado con los días Laborables que es de 1,17 (Kw) a las 21H00, mientras que el mínimo consumo es aproximadamente igual en los dos casos siendo este de 0,51 (Kw).

De estos datos ponemos destacar que el consumo estándar en las residencias o Mediana es 0,88 (Kw)



en los días Feriados y de 0,72 (Kw) en los días Laborables.

### 5.7.1.2 CURVA DE DURACION DE LA CARGA



**Figura 5.48** Curva de Duración de la Carga Sur

Este gráfico nos permite analizar el comportamiento de la carga en periodos de tiempo definidos lo cual nos ayudara a saber cuándo debemos trabajar a máxima, media y mínima carga ahorrando mucho dinero en gastos de operación en las diferentes fuentes de generación.

Ya que nos permitirá conocer cuando ingresar o sacar de funcionamiento una central de generación y tener una mejor reserva.

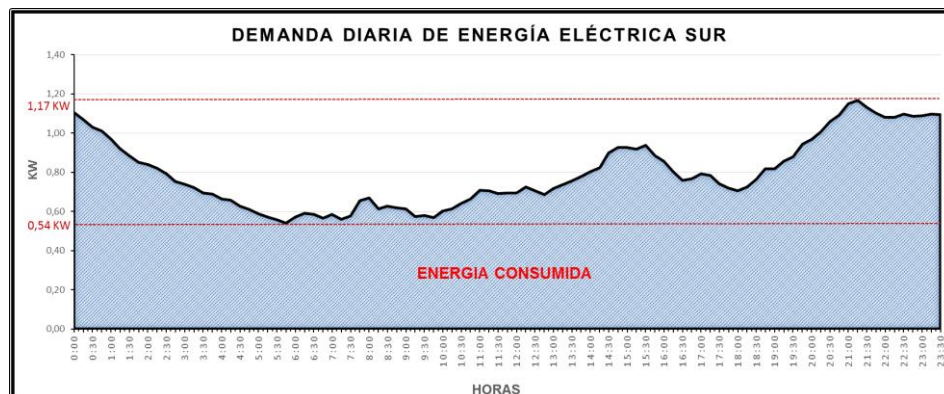
En este caso como sabemos el consumo residencial más grande en el Sur es de 1,17 (Kw) y está presente en la red durante aproximadamente 15 minutos que es el tiempo en que los usuarios residenciales utilizan su máxima carga.

Presenta un consumo constante de 0,80 (Kw) con una duración 6 horas aproximadamente.

### **5.7.2 FACTOR DE POTENCIA**

El factor de potencia no se pudo calcular por falta de datos proporcionados por la empresa eléctrica CNEL Guayaquil.

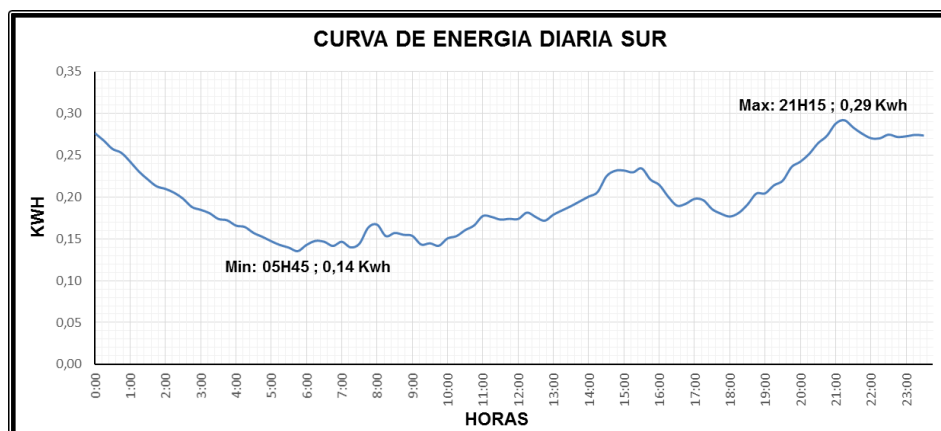
### 5.7.3 DEMANDA DIARIA DE ENERGIA ELECTRICA



**Figura 5.49** Demanda Diaria de Energía Eléctrica Sur

Como observamos en la gráfica, el área bajo la curva representa la energía eléctrica promedio que consume un usuario del sector Sur en un día cualquiera.

La demanda diaria promedio de energía eléctrica en este sector es de 19.16 (Kwh), para un mejor entendimiento acerca del comportamiento del consumo de energía graficaremos el perfil de energía eléctrica diario en la Figura 5.50.



**Figura 5.50** Curva de Energía Diaria Sur

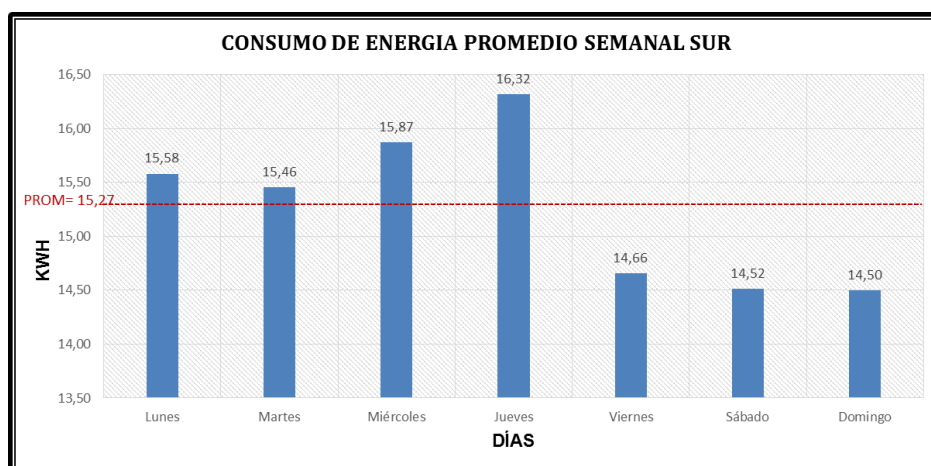
El Pico Máximo de consumo de Energía Activa (Kwh) se produce alrededor 21H15 siendo este de 0.29 (Kwh) lo que nos indica que existe bastante actividad a esta hora manteniéndose durante 30 minutos aproximadamente con ligeras variaciones, por otro lado la Energía Mínima consumida es de 0.14 (Kwh) y se presenta a las 06h00.

#### 5.7.4 DEMANDA SEMANAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 31** Consumo de Energía y Potencia Semanal Sur

DIAS	ENERGIA	POTENCIA
	KWH	KW
Lunes	15,58	0,649
Martes	15,46	0,644
Miércoles	15,87	0,661
Jueves	16,32	0,680
Viernes	14,66	0,611
Sábado	14,52	0,605
Domingo	14,50	0,604
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>15,27</b>	<b>0,64</b>

La Tabla 30 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por los usuarios residenciales del Sur para cada día de la semana con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.51** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Sur

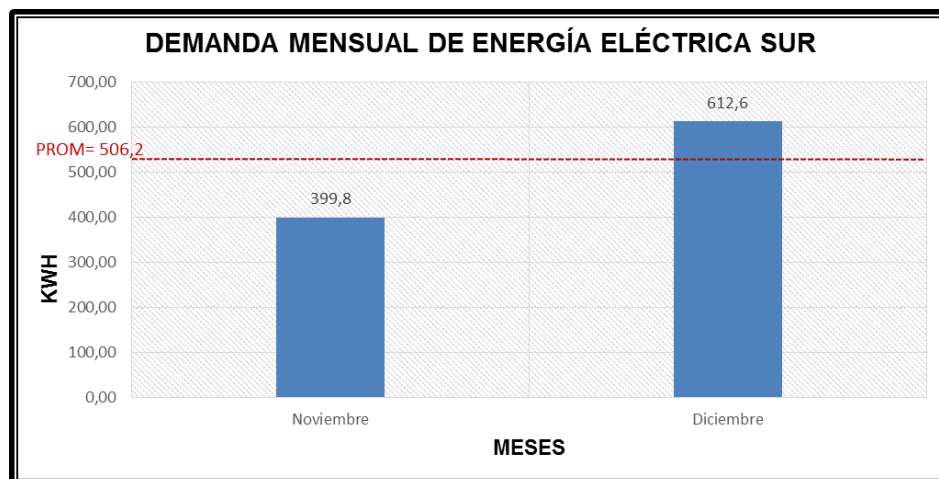
En el gráfico de columnas se puede observar el consumo de energía activa promedio de la semana de un usuario residencial en el sector del Sur el cual se mantiene elevado durante cuatro días de la semana y tiene una disminución de la demanda, a partir del viernes hasta el domingo; presentando el mayor consumo de energía los días jueves que fue de 16,32 (Kwh).

#### 5.7.5 DEMANDA MENSUAL DE ENERGIA ELECTRICA

**Tabla 32** Demanda Semanal de Energía Eléctrica Sur

MESES	ENERGIA	POTENCIA
	KWH	KW
Noviembre	399,84	0,56
Diciembre	612,55	0,85
<b>CONSUMO PROMEDIO</b>	<b>506,20</b>	<b>0,70</b>

La Tabla 32 contiene los valores promedio de Energía y Potencia consumida por usuario residencial del Sur para los últimos dos meses y tres días del año, ya que la empresa eléctrica de Guayaquil no constaba con los registros de información, con la cual se puede realizar la siguiente gráfica:



**Figura 5.52** Demanda Mensual de Energía Eléctrica Sur

Este sector tiene un consumo promedio por usuario de 506,2 Kwh-mes que equivale a un costo mensual de \$65,04 USD y un promedio de potencia de 0,70 (Kw).

Diciembre presenta el consumo de energía eléctrica más alto a un consumo de 612,06 Kwh-mes que por lo general es el mes con consumos más altos de energía eléctrica por días festivos, que hacen de este mes el más propenso a un incremento notable del consumo de energía eléctrica y al cual debemos brindarle la mayor atención posible estructurando planes para poner suplir este aumento notable de carga en todos los usuarios residenciales.

## 5.8 RESUMEN ZONAL

**Tabla 33** Resumen Zonal

ZONAS	POTENCIA DIARIA			POTENCIA ZONAL	
	MAXIMA (Kw)	MINIMA (Kw)	PROMEDIO (Kw)	MAXIMA (Mw)	MINIMA (Mw)
ATARAZANA	1,05	0,25	0,6	2,43	0,58
KENNEDY	1,11	0,6	0,86	4,23	2,28
URDESA	0,88	0,45	0,63	9,79	5,00
GARZOTA	0,73	0,39	0,54	2,33	1,24
CENTRO	0,41	0,15	0,25	40,17	14,69
SUR	1,17	0,54	0,8	168,16	77,61

La Tabla 33 nos presenta los valores de potencia por cada zona estudiada, en la cual nos podemos dar cuenta que el Sur es la zona con más consumo de Energía eléctrica 168,16 (Mw) debido a la gran cantidad de usuarios existentes, seguida del Centro con un consumo de 40,17 (Mw), Urdesa presenta un consumo de 9,79 (Mw), Kennedy con 4,23 (Mw), Atarazana con 2,43 (Mw) y Garzota con 2,33 (Mw).



## **CAPÍTULO 6**

### **CORRELACION DE ZONAS**

#### **6.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

El sector residencial es un sector clave en el contexto energético actual, debido a la importancia que tiene sus necesidades energéticas, que significan el 87,4% del consumo final total según estadísticas del CONELEC. Diversos factores explican la representatividad y la tendencia elevada del consumo energético, así como el incremento de la población que tiende al incremento de los hogares, sin embargo el principal alza de este consumo que cada día se mantiene constante es

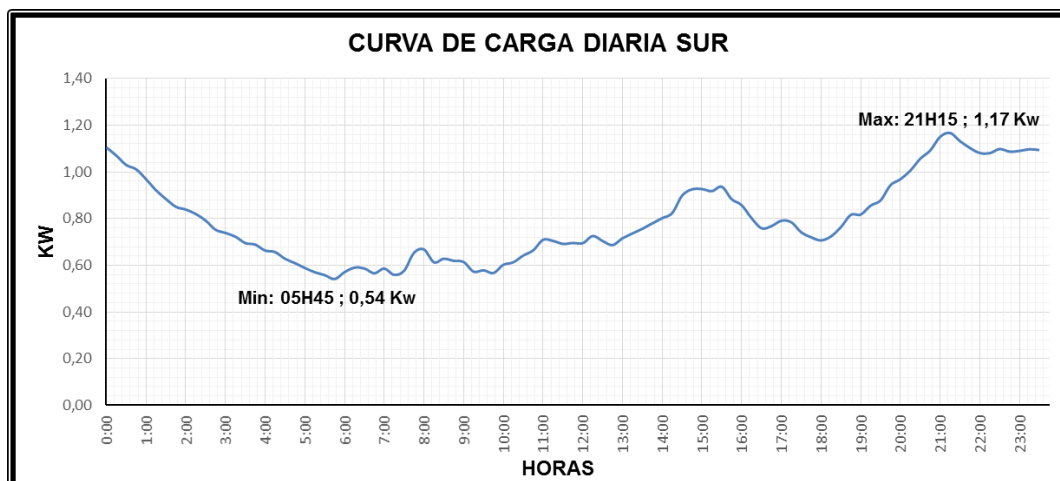
debido a la calidad de vida que tiende a estar en constante cambio por el poder adquisitivo que mejora la calidad de vida, esto produce en cuanto al consumo energético una alza representativa en la demanda.

Los significativos impactos asociados a la satisfacción de las necesidades energéticas, de la sociedad en general y del sector residencial en especial, en termino de dependencia energética, seguridad de suministro e impacto ambiental, obligan a una adecuada y fundamentada planificación energética que tiene como pilar principal la planificación, un instrumento clave que hace hoy en día esa planificación es prever el cambio de la matriz productiva ya que el Ecuador se mantiene en constante cambio debido a su formación de la demanda y los agentes que influyen en la misma como son la implementación de las cocinas de inducción que obliga a todo el sector eléctrico en general a una adecuación y repotenciación para poder suplir esta gran demanda energética requerida.

Así, uno de los objetivos de la estadística energética consiste en proporcionar información elaborada y lo más fiable sobre el sector energético al gestor y planificador energético.

## 6.2 DEMANDA DE ENERGIA SECTORIAL

La determinación de los parámetros básicos del sector residencial, así como los consumos energéticos globales, adicionalmente, la información se segmentara y sintetizara en función de diferentes ámbitos: tipos de zonas, tipos de servicio, tipos de aplicaciones o usos, etc., en la cual presentaremos en la siguiente Figura 6.1 un consumo residencial promedio de la zona sur.



**Figura 6.1** Curva de carga, Consumo Residencial Promedio

De acuerdo con lo anterior, la caracterización del consumo y los usos finales de energía eléctrica se aplicó a la población del sector residencial de Guayaquil. La aplicación de las mediciones que se realiza en una muestra aleatoria de usuarios residenciales. Para efecto de una caracterización coherente con la estructura de la población se

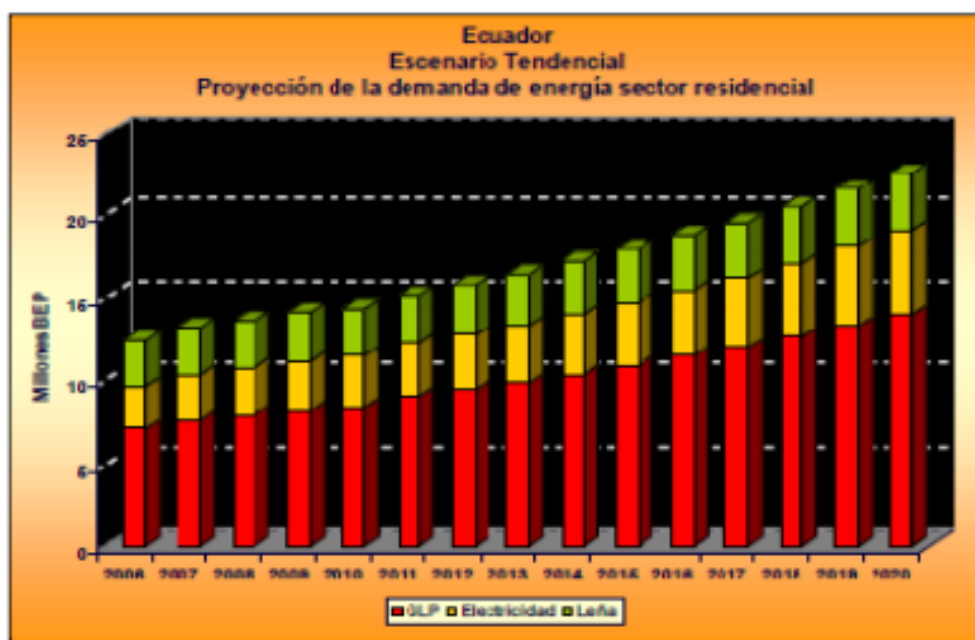
tiene en cuenta que el uso final de la energía es en función de la presencia de artefactos en los usuarios residenciales y son las siguientes:

- Iluminación
- Refrigeración
- Cocción de alimentos
- Acondicionador de Aire
- Ventilación
- Audio y video
- Otros

Lo que nos garantiza que tiene un comportamiento de una curva típica residencial.

Se prevé que el consumo del sector residencial se mantendrá dentro de las tendencias dominantes dadas por factores inerciales.

A continuación en la siguiente Figura 6.2 se muestra los resultados obtenidos por el MEER para el sector residencial.



**Figura 6.2** Proyección de energía Sector Residencial. Escenario Tendencial

**Fuente:** MEER. Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética Ecuador.

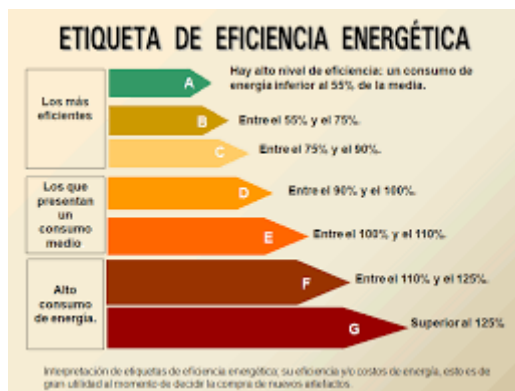
Atraves del tiempo notamos que se ha tenido que adecuar tanto la generación, transmisión, y distribución de la energía eléctrica, ya que el Ecuador está en una transición en donde necesita suplir una carga excesiva necesitamos crear un departamento que nos ayude a dar soluciones para poder tener un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica.

Pero primero vamos a definir lo que significa eficiencia energética y ahorro energético.

La eficiencia energética y el ahorro energético se definen como el servicio de ejecutar un gasto de un consumo de energía menor a lo normal, es decir, que se trata de disminuir el consumo de energía mediante acciones precisas, pero sosteniendo la misma cota de confort.

El ahorro energético implica un cambio de hábitos, día a día desperdiciamos cantidades de energía, nuestra población crece cada año lo cual hace que cada año se necesita más energía para alimentar los aparatos energéticos, esto origina que tenemos muchos hábitos por suprimir que hacen que desperdiciemos cantidades de energía.

La eficiencia energética está conformada en disminuir la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar la calidad del servicio; eficiencia energética es optimizar recursos utilizando equipos de mayor rendimiento en lugar de equipos de consumo elevado que desempeñan la misma función pero que ocupa mayor cantidad de recursos, a continuación en la siguiente Figura 6.3 mostramos los tipos de clase a que están categorizados todos los equipos residenciales.



**Figura 6.3** Categorización de los Equipos Residencial

En donde, los artefactos o equipos de clase A tienen mejor rendimiento que los equipos de clase G con la misma cantidad de recursos.

### 6.3 MATRIZ DE CORRELACION DE LAS ZONAS DE GUAYAQUIL

Se ha establecido una matriz de correlación constituida por coeficientes de correlación de cada pareja de variables por zonas.

Estos coeficientes de la matriz nos sirve para poder establecer comparaciones entre distintas zonas, en la siguiente Tabla **33** se muestra la matriz de correlación de las zonas de Guayaquil.

**Tabla 34** Matriz Correlación

Matriz de Correlacion						
ZONAS	ATARAZANA	KENNEDY	URDESA	GARZOTA	CENTRO	SUR
ATARAZANA	1					
KENNEDY	0,90	1				
URDESA	0,43	0,66	1			
GARZOTA	0,26	0,48	0,93	1		
CENTRO	0,42	0,29	0,07	-0,09	1	
SUR	0,27	0,55	0,93	0,88	0,07	1

En donde:

Si  $r < 0$  se dice que existe una correlación negativa, significa que las dos zonas se correlacionan en sentido inverso. A valores altos de cualquiera de las zonas suelen corresponder valores bajos de la otra y viceversa.

Si  $r > 0$  hay una correlación positiva, significa que las dos zonas se correlacionan en sentido directo. A valores altos de una de las zonas le corresponde valores altos de la otra zona e igualmente con los valores bajos.

Si  $r = 0$  se dice que las zonas están Incorrelacionadas, es decir que no pueden establecerse ningún sentido entre ellas.

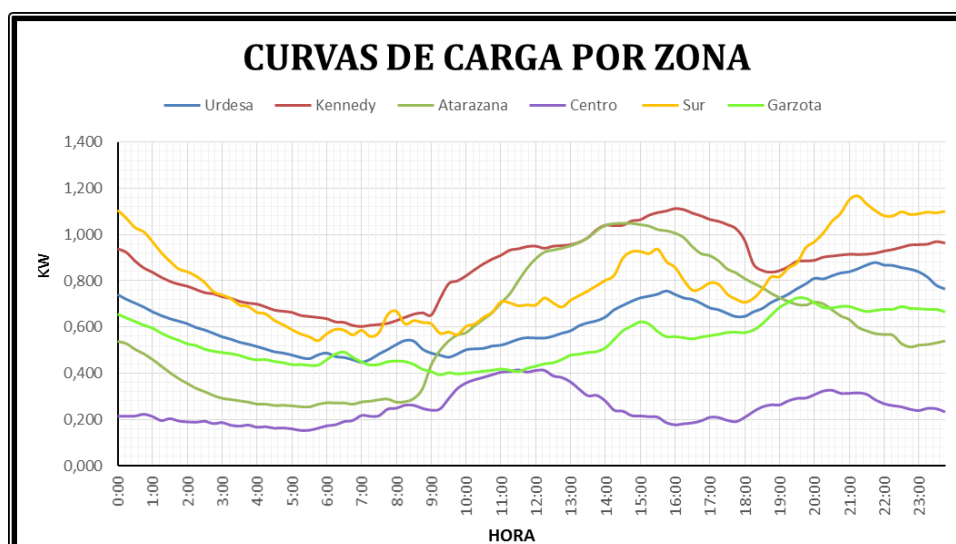


## 6.4 ANALISIS DE CORRELACION DE LAS ZONAS DE GUAYAQUIL

Las zonas de Guayaquil a las que se les realizo el análisis están compuestas básicamente por seis zonas que son:

- Urdesa
- Kennedy
- Atarazana
- Centro
- Sur
- Garzota

Se puede visualizar en la Figura 6.4 que las curvas de carga diaria en cada zona tienen muy poca correlación entre sí.



**Figura 6.4** Curvas de Carga por Zonas

En donde se ha establecido lo siguiente:

- **$R \geq 0.85$ , existe una correlación alta entre las zonas.**
- **$0.45 \leq R < 0.85$ , existe una correlación intermedia entre las zonas.**
- **$0 \leq R < 0.45$ , no existe correlación entre las zonas.**
- **$R < 0$ , existe una correlación negativa entre las zonas.**

La correlación es una característica muy importante para definir cómo se va a comportar una zona con respecto a la otra, además hay muchos factores que intervienen en el comportamiento como el impacto social y económico del sector para determinar un programa eficiente del uso de la energía.

#### **6.4.1 ZONAS CON ALTA CORRELACION**

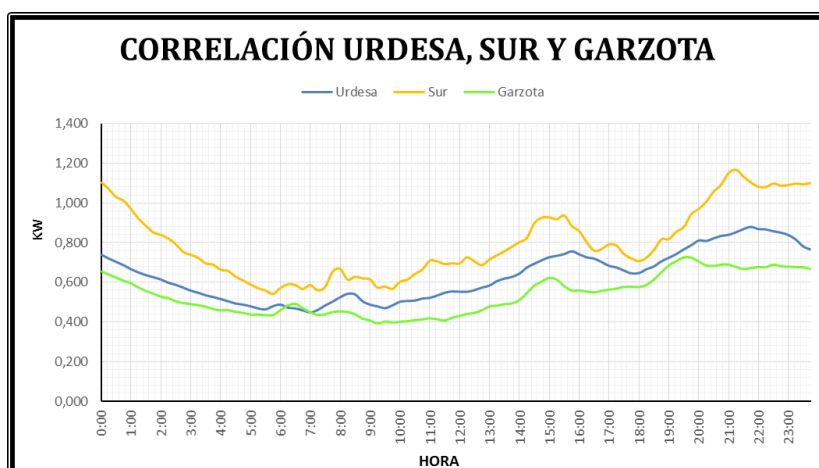
En el siguiente análisis podemos determinar que tenemos cinco zonas que se correlacionan, lo que quiere decir que cuando una zona tiende a subir su consumo energético las demás zonas tienden a subir de acuerdo al índice de correlación, en la siguiente Tabla 35 mostraremos el índice de correlación que tienen cada una de las zonas con respecto a otra zona.

**Tabla 35** Índice de Alta Correlación de Zonas

Zonas	Correlacion
Urdesa vs Sur	0,93
Urdesa vs Garzota	0,93
Kennedy vs Atarazana	0,9
Sur vs Garzota	0,88

Como se puede apreciar en la Tabla 35 existen cuatro correlaciones altas entre las zonas estudiadas, para comprender mejor su comportamiento graficaremos cada una de las correlaciones:

#### 6.4.1.1 CORRELACION URDESA, SUR Y GARZOTA

**Figura 6.5** Correlación Urdesa, Sur y Garzota

Observando el grafico nos podemos dar cuenta que estas tres zonas se encuentran con índices de correlación muy altos, de los cuales Urdesa vs. Sur y Urdesa vs. Garzota cuentan con un índice de 0,93 lo que nos indica que por cada Kw de consumo en el Sur se va a consumir 0.93 Kw en Urdesa es decir un 93%, lo mismo ocurre con la correlación entre Urdesa y Garzota, mientras que la correlación entre el Sur y Garzota es de un 88%.

#### 6.4.1.2 CORRELACION KENNEDY Vs. ATARAZANA

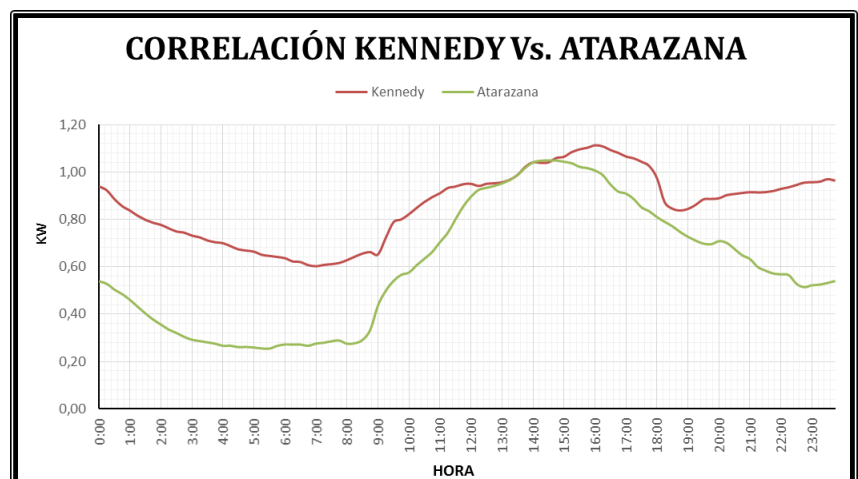


Figura 6.6 Correlación Kennedy Vs. Atarazana

La correlación que existe entre la Kennedy y la Atarazana es de un 90% que quiere decir que por cada Kw de consumo en la Kennedy existe 0,9 Kw de consumo en la Atarazana.

Esto se debe a que los abonados de estas zonas tienen un comportamiento similar.

#### 6.4.2 ZONAS CON CORRELACION INTERMEDIA

El análisis de estas zonas nos indica que tienen una correlación promedio del 57%, lo que quiere decir puede que si en una de las zonas hay un incremento de 1 Kw en las demás zonas abra un aumento del 0.57 Kw en cada zona, a continuación en la siguiente Tabla **36** se muestra los coeficientes de correlación intermedia de cada una de las zonas.

**Tabla 36** Zonas con Correlación Intermedia

Zonas	Correlacion
Urdesa vs Kennedy	0,66
Kennedy vs Sur	0,55
Kennedy vs Garzota	0,49

### 6.4.3 ZONAS INCORRELACIONADAS

En estas zonas existe un índice de correlación muy cercano a cero, por lo que se puede concluir que son zonas independientes, es decir que no les afecta el comportamiento de cada una de las zonas, en la siguiente Tabla 37 se muestra los coeficientes de incorrelación de cada una de las zonas.

**Tabla 37** Zonas Incorrelacionadas

Zonas	Correlacion
Urdesa vs Centro	0,07
Urdesa vs Atarazana	0,43
Kennedy vs Centro	0,29
Atarazana vs Centro	0,42
Atarazana vs Sur	0,04
Atarazana vs Garzota	0,26
Centro vs Sur	0,07

En donde, por diversos factores que permiten este comportamiento en especial el sector de la Kennedy ya que su curva característica no es de un comportamiento residencial, sino que refleja un comportamiento de carácter comercial, correlacionada con un consumo de un sector residencial hace que se presenten correlaciones cercanas a cero.

## **CONCLUSIONES**

1. El modelamiento de una curva de carga promedio por usuario en cada una de las zonas analizadas en la ciudad de Guayaquil nos permite conocer el comportamiento del consumo de energía a lo largo de día.
2. Dicho comportamiento nos ayudara de manera significativa a incentivar a la gente a consumir energía eléctrica fuera de las horas pico consiguiendo de esta manera que el pico máximo de potencia se reduzca y el consumo sea más equitativo.
3. Otro beneficio importante se consigue realizando una proyección de la demanda con los datos obtenidos de carga diaria, el cual nos ayudara

analizar el comportamiento de la demanda en un futuro permitiéndonos tomar acciones preventivas para poder suplir dicha carga.

4. Conociendo el consumo pico por usuario en cada una de las zonas nos permitirá calcular cuántos usuarios por transformador deberíamos alimentar dependiendo de la capacidad del mismo (3, 5, 10, 15, 25, 37.5, 50 Kva).
5. De la misma manera conociendo el consumo máximo por usuario y el número de usuario por zona, podremos calcular la capacidad que las subestaciones deberían tener para alimentar a dichos usuarios.
6. En Urdesa el consumo más alto de potencia se presenta a las 21h45 y es de 0,88 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 40 usuarios aproximadamente y alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en todo Urdesa el consumo máximo es de aproximadamente 9,72 (Mw), el factor de potencia más bajo lo presenta a las 09h00 de la mañana y es de 0,91 al cual se lo puede mejorar instalando bancos de capacitores en los lugares puntuales donde se presenta un factor de potencia bajo.



7. En la Garzota el consumo más alto de potencia se presenta a las 19h30 y es de 0,73 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 48 usuarios aproximadamente y alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en toda la Garzota el consumo máximo es de aproximadamente 2.33 (Mw), el factor de potencia a lo largo del día está por encima de 0,92 lo que significa que por el momento no se necesita banco de capacitores.
  
8. En la Kennedy el consumo más alto de potencia se presenta a las 16h00 y es de 1,11 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 31 usuarios aproximadamente y alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en toda la Kennedy el consumo máximo es de aproximadamente 4,23 (Mw), el factor de potencia a lo largo del día está por encima de 0,93 lo que significa que por el momento no se necesita banco de capacitores.
  
9. En el Centro el consumo más alto de potencia se presenta a las 11h30 y es de 0,41 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 85 usuarios aproximadamente y

alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en todo el Centro el consumo máximo es de aproximadamente 40,17 (Mw).

10. En el Sur el consumo más alto de potencia se presenta a las 21h15 y es de 1,17 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 30 usuarios aproximadamente y alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en todo el Sur el consumo máximo es de aproximadamente 168,16 (Mw).
11. En la Atarazana el consumo más alto de potencia se presenta a las 14h30 y es de 1,05 (Kw), lo que nos indica que por cada transformador de 50 Kva deberíamos alimentar 33 usuarios aproximadamente y alcanzaríamos una cargabilidad del 70% del transformador, mientras que en toda la Atarazana el consumo máximo es de aproximadamente 2,43 (Mw), el factor de potencia más bajo lo presenta a las 04h00 de la mañana y es de 0,91 al cual se lo puede mejorar instalando bancos de capacitores en los lugares puntuales donde se presenta un factor de potencia bajo.
12. Eliminando el uso inadecuado de la energía eléctrica, por medio de la Eficiencia y Ahorro energético estamos disminuyendo la utilización de

combustibles fósiles para la producción y generación de energía eléctrica.

13. El cambio de cocinas a gas con cocinas de inducción en todos los hogares hará crecer la demanda de potencia, en un valor considerable representando un inconveniente para el sistema de distribución en zonas donde no existe la capacidad suficiente para suplir dicho aumento.
14. El análisis realizado nos ayuda a entender mejor cuales son las variables asociadas al alto consumo de energía eléctrica en los suministros residenciales de las zonas de Guayaquil, lo que nos permitirá desarrollar mejores planteamientos con el objetivo principal de reducir el consumo eléctrico sin eliminar el confort en cada hogar.
15. Es necesario tener un nivel de referencia, respecto a los resultados obtenidos, porque es importante mover o mitigar los sobreconsumos de energía eléctrica, no sabemos con claridad el nivel de ingreso de cada residente, pero debemos de tener un programa de eficiencia y ahorro energético enfocado en hogares de bajos ingresos.

16. Este estudio trata de generar una ganancia basada en argumentos de eficiencia y ahorro energético.

## **RECOMENDACIONES**

1. En la actualidad se debería realizar programas informativos que nos ayudan a fomentar el ahorro energético, y a cambiar los hábitos de consumo sin afectar el confort de los usuarios.
2. Debido al crecimiento constante de la demanda en la ciudad de Guayaquil es necesario realizar estudios continuos que nos permitan determinar dicho crecimiento y en qué zonas se encuentra para poder tomar los correctivos necesarios brindando un servicio de calidad a todos los usuarios.
3. Con la implementación de las cocinas de inducción que el gobierno está llevando a cabo a través del Programa de Cocción Eficiente PEC se producirá un aumento notable de demanda haciendo que el pico de

carga crezca en las horas donde existe actualmente mayor consumo, para evitar que esto ocurra se debería facturar la energía con una tarifa horaria incentivando a los usuarios a utilizar su cocina en horarios en los cuales el Kwh sea mucho más barato y de esta manera no incrementar la carga en las horas pico sino en las horas donde existe menos consumo de energía.

4. Promover la utilización de equipos de alta eficiencia energética, en la actualidad tenemos categorización de los equipos residenciales (Refrigeradoras, Televisores, Lavadoras, Microondas, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONELEC, Boletín Estadístico del Sector Eléctrico Ecuatoriano, 2013, fecha de consulta febrero 2015.
  
- [2] CONELEC, <http://www.conelec.gob.ec>, fecha de consulta febrero 2015.
  
- [3] Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, Dirección Nacional de Eficiencia Energética, <http://www.energia.gob.ec/direccion-nacional-de-eficiencia-energetica>, fecha de consulta diciembre 2014.
  
- [4] Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil EP (Telemetría), Datos de usuarios residenciales de Guayaquil, fecha de consulta Diciembre 2014.
  
- [5] Monografias, Análisis de correlación empleando Excel y Graph, <http://www.monografias.com/trabajos93/analisis-correlacion-empleando-excel-y-graph/analisis-correlacion-empleando-excel-y-graph.shtml>, fecha de consulta febrero 2015.
  
- [6] Regulación CONELEC No. 004/11, Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales, 2010, fecha de consulta Febrero 2015

- [7] Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, Eficiencia Energética Sector Residencial, <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-sector-residencial>, fecha de consulta diciembre 2014.
- [6] CELEC, <https://www.celec.gob.ec/electroquayas/files/vol2.pdf> , fecha de consulta febrero del 2015.