



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

#### “INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE COCCIÓN EFICIENTE EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA”

Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico.

**AUTORES:**

IVÁN ALBERTO CORONEL VILLACIENCIO.  
BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO.

**DIRECTOR:**

ING. PEDRO ALEJANDRO LEÓN CÓRDOVA.

**TUTORES:**

ING. PATRICIO QUITUISACA ASTUDILLO.  
ING. RAMIRO ÁVILA CAMPOVERDE.

CUENCA – ECUADOR  
FEBRERO 2015





## RESUMEN

El análisis se realizó en la ciudad de Cuenca en el periodo de marzo de 2014 a febrero del 2015, se analizó la demanda máxima unitaria debida a la incorporación masiva de las cocinas de inducción en las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca. El análisis empieza con una descripción de manera general sobre el impacto que traerán las cocinas de inducción a las redes de distribución de energía eléctrica, para lo que se caracteriza el área de impacto y se analizaron los factores que afectan a la demanda y aquellos involucrados en la demanda máxima unitaria y la demanda diversificada.

Mediante una encuesta para la identificación de las costumbres de cocción, electrodomésticos, consumo de GLP por hogar, y de los consumos promedios de los clientes del área residencial se elaboró la curva de carga asociada al impacto del programa de cocción eficiente en las redes de la CENTROSUR.

Posteriormente mediante criterios de zonificación (A, B, C, D, E) de áreas homogéneas, el levantamiento de la información de las encuestas y la aplicación del análisis de las curvas de carga de las cocinas de inducción se determinan los valores de las demandas máximas unitarias de las diferentes categorías para el área urbana.

Finalmente se elaboraron tablas de la demanda máxima diversificada para las diferentes categorías y número de usuarios.

### **Palabras clave.**

Demanda Máxima Unitaria, CENTROSUR, Categoría, Ciudad de Cuenca, Encuestas, GLP, Cocinas de Inducción, Análisis de Curvas de Carga.





## ABSTRACT

The analysis was performed in the city of Cuenca in the period March 2014 to February 2015, the maximum unit demand due to the massive incorporation of induction cookers in urban parishes of the city of Cuenca was analyzed. The analysis begins with a description of generally about the impact that will bring induction cookers networks of distribution of electricity, for which the impact area is characterized and the factors affecting demand are analyzed and those involved in high unit demand and diversified demand.

A survey to identify the ways of cooking appliances, LPG consumption per household, and the average consumption of residential customers load curve area associated with the impact of the program efficient cooking in the networks was developed CENTROSUR.

Subsequently through zoning criteria (A, B, C, D, E) of homogeneous areas, lifting the survey data and applying the analysis of load curves induction cookers values are determined demands unit of the different categories for the urban area maximum.

Finally tables of maximum diversified demand for different categories and number of users were prepared.

### **Keywords.**

Maximum Demand Unitary, CENTROSUR, Category, City of Cuenca, Surveys, GLP, Induction Cookers, Analysis Load Curves.





**EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS HA SIDO  
DESARROLLADO BAJO EL CONVENIO ENTRE  
LA UNIVERSIDAD DE CUENCA Y LA EMPRESA  
ELÉCTRICA REGIONAL CENTROSUR.**





## ÍNDICE

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
ÍNDICE .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
AGRADECIMIENTO .....	15
DEDICATORIA .....	16
CERTIFICACIÓN .....	18
CAPÍTULO I .....	19
GENERALIDADES .....	19
1.1 INTRODUCCIÓN .....	19
1.1.2 Objetivos .....	19
1.1.2.1 Objetivo General .....	19
1.1.2.2 Objetivo Específico .....	19
1.1.3 Alcance .....	20
1.1.4 Justificaciones .....	20
1.1.5 Metodología .....	21
1.2 ÁREA DE CONCESIÓN DE LA CENTROSUR .....	22
1.2.1 Descripción de la CENTROSUR .....	22
1.2.2 El Sistema Eléctrico de la CENTROSUR .....	25
1.2.2.1 Subestaciones .....	25
1.2.2.2 Líneas de Transmisión .....	27
1.2.2.3 Alimentadores Primarios .....	29
1.2.2.4 Transformadores de Distribución .....	29
1.2.2.5 Redes Secundarias y Acometidas .....	29
1.2.2.6 Alumbrado Público .....	30
1.2.2.7 Medidores .....	30
1.2.2.8 Distribución de Clientes .....	30
1.2.2.9 Clientes y Energía Facturada .....	32
1.2.3 Sistemas Fotovoltaicos Instalados SFV .....	33
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS .....	34
Introducción .....	34
1.3.1 Parámetros para la Determinación de la Demanda .....	34





1.3.1.1 Clasificación de las Cargas Eléctricas.....	34
1.3.2 De acuerdo a su Ubicación Geográfica.....	34
1.3. 2.1 Redes de Distribución Urbana.....	34
1.3.2.2 Redes de Distribución Rurales.....	35
1.3.2.3 Redes de Distribución Suburbana.....	35
1.3.2.4 Redes de Distribución Turísticas.....	35
1.3.3 De acuerdo con la Zona a Servir.....	35
1.3.3.1 Cargas Residenciales.....	36
1.3.3.2 Cargas Comerciales.....	36
1.3.3.3 Cargas Industriales.....	36
1.3.3.4 Cargas de Alumbrado Público.....	36
1.3.3.5 Cargas Mixtas.....	37
1.3.4 Clasificación de las Cargas Eléctricas de acuerdo con la Confiabilidad.....	37
1.3.4.1 Cargas Sensibles.....	37
1.3.4.2 Cargas Semisensibles.....	37
1.3.4.3 Cargas Normales.....	37
1.3.5 Características de las Cargas Eléctricas.....	37
1.3.5.1 Densidad de Carga.....	38
1.3.5.2 Carga Instalada.....	38
1.3.5.3 Capacidad Instalada.....	38
1.3.5.4 Carga Máxima.....	38
1.3.5.6 Número de Horas de Carga Equivalente.....	38
1.3.5.7 Demanda.....	38
1.3.5.8 Demanda Máxima.....	39
1.3.5.9 Factor de Demanda $F_d$ .....	39
1.3.5.9 Factor de Utilización $F_u$ .....	40
1.3.5.10 Factor de Carga $F_c$ .....	40
1.3.5.11 Factor de Diversidad o de Grupo $F_{div}$ .....	41
1.3.5.12 Factor de Simultaneidad o Coincidencia $F_{co}$ .....	41
CAPÍTULO II.....	42
ANÁLISIS DEL ENTORNO.....	42
2.1 INTRODUCCIÓN.....	42
2.2 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A. ....	42
2.3 MÉTODO DE LA CENTROSUR.....	47





2.3.1 Cálculo de la Demanda Máxima Unitaria.....	47
2.3.2 Cálculo de la Demanda de Diseño.....	49
2.4 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO NORTE AMBATO S.A. .....	50
2.5 MÉTODO DE LA UNEPER – INECEL.....	52
2.5.1 Clasificación de los Consumidores. ....	52
2.5.2 Definiciones de Categorías. ....	52
2.5.3 Definiciones de Clases.....	53
2.5.4 Valores de la Demanda.....	53
2.5.5 Determinación del Tipo de consumidor.....	53
2.5.6 Determinación de la Demanda de Diseño.....	53
2.6 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL.....	54
2.6.1 Método REA (Rural Electrification Administration).....	54
2.6.2 Cálculo de la Demanda en kW.....	54
2.7 MÉTODO DE LA CNEL (CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD) GUAYAS – LOS RÍOS.....	57
CAPÍTULO III.....	59
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	59
3.1 PROGRAMA COCCIÓN EFICIENTE.....	59
3.2 EL PRINCIPIO DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN.....	59
3.3 COCINAS DE INDUCCIÓN.....	60
3.4 TEORÍA DE MUESTREO. ....	61
3.4.1 Muestreo Simple.....	61
3.4.2 Muestreo Doble. ....	61
3.4.3 Muestreo Múltiple. ....	62
3.4.4 Determinación del Número de Muestras. ....	62
3.4.5 Distribución Geográfica de la Muestra.....	67
3.5 FORMULARIO DE LA ENCUESTA. ....	67
3.5.1 Análisis de los Resultados de las Encuestas. ....	68
3.5.2 Análisis General de los Resultados. ....	69
3.6 EQUIVALENTE ENERGÉTICO (kWH) DEL CILINDRO DE GLP.....	78
3.7 CURVA DE USO HORARIO DE LA UTILIZACIÓN DE LAS COCINAS A GLP.....	79
3.8 POTENCIA A INCREMENTARSE POR EL USO DE LAS COCINAS A INDUCCIÓN.....	81
CAPÍTULO IV.....	83
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS.....	83





4.1 INTRODUCCIÓN: .....	83
4.2 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COINCIDENCIA: .....	83
4.2.1 Determinación del factor de coincidencia actual: .....	83
4.3 CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN. ....	88
4.3.1 Ajuste de la curva de carga de la Cocina de Inducción.....	90
4.4 DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA PROMEDIO. ....	93
4.5 CLASIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS (A, B, C, D, E) POR RANGO DE CONSUMOS DE ENERGÍA. ....	94
4.5.1 Demanda Máxima Unitaria de las Categorías (A, B, C, D, E). ....	95
4.6 DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE. ....	96
CAPÍTULO V.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
5.1 CONCLUSIONES:.....	98
5.2 RECOMENDACIONES: .....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	100
ANEXOS.....	102
ANEXOS A2.....	103
ANEXOS A3.....	114
ANEXOS A4.....	137



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1: Área de concesión de la CENTROSUR.....	23
Fig. 1.2: Área de concesión de la CENTROSUR.....	25
Fig. 1.3: Distribución de los clientes de la CENTROSUR.....	32
Fig. 2.1: kWh/mes/consumidor vs número de consumidores. ....	55
Fig. 2.2: Factor B. ....	55
Fig. 3.1: Funcionamiento de la cocina de inducción. ....	60
Fig. 3.2: Tipo de vivienda.....	69
Fig. 3.3: Distribución de focos.....	70
Fig. 3.4: Distribución de focos por uso horario. ....	70
Fig. 3.5: Artefactos domésticos.....	71
Fig. 3.6: Total artefactos de cocina.....	72
Fig. 3.7: Total Artefactos.....	72
Fig. 3.8: Energía utilizada para la cocción. ....	73
Fig. 3.9: Total uso de hornillas.....	74
Fig. 3.10: Energía utilizada para obtener agua caliente en los hogares.....	74
Fig. 3.11: Energía usada para el duchado.....	75
Fig. 3.12: Valor promedio del uso de la ducha. ....	75
Fig. 3.13: Disponibilidad de horno. ....	76
Fig. 3.14: Actividades diferentes de uso de GLP y electricidad.....	76
Fig. 3.15: Alimentos que requieran más de una hora para cocerlos. ....	77
Fig. 3.16: Usos de cilindros de GLP. ....	77
Fig. 3.17: Adquisición de los cilindros de GLP.....	78
Fig. 3.18: Uso horario de la cocina a GLP de las encuestas realizadas.....	80
Fig. 3.19: Uso horario de la cocina a GLP de los clientes de la CENTROSUR en el área urbana de la ciudad de Cuenca. ....	81
Fig. 3.20: Potencia a incrementarse por el uso de las cocinas a inducción. ....	82
Fig. 4.1: Curva del factor de coincidencia de las cocinas de inducción.....	85
Fig. 4.2: Curva de ajuste del factor de coincidencia de las cocinas de inducción, graficada en MATLAB.....	85
Fig. 4.3: Curva de ajuste del factor de coincidencia de las cocinas de inducción, graficada en MATLAB.....	86
Fig. 4.4: Gráfica del factor de coincidencia de la CENTROSUR y del factor de coincidencia de la cocina de inducción.....	87
Fig. 4.5: Curva característica de la demanda máxima de la cocina de inducción. ....	88
Fig. 4.6: Curva característica de la demanda máxima promedio de la cocina de inducción.....	89
Fig. 4.7: Curva Característica de la Demanda Máxima de las Cocinas de Inducción (Ajuste). ....	90
Fig. 4.8: Curva característica de la demanda máxima promedio de las cocinas de inducción (Ajuste). ....	91
Fig. 4.9: Curva característica de la demanda máxima diversificada promedio de las cocinas de inducción.....	94



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Área de concesión de la CENTROSUR: Extensión por Cantones. ....	24
Tabla. 1.2: Subestaciones de la CENTROSUR.....	26
Tabla. 1.3: Líneas de Subtransmisión. ....	28
Tabla. 1.4: Redes Secundarias. ....	29
Tabla. 1.5: Acometidas. ....	30
Tabla. 1.6: Sistemas de Medición.....	30
Tabla. 1.7: Distribución de Clientes de la CENTROSUR.....	31
Tabla. 1.8: Clientes y Energía Facturada .....	32
Tabla2.1: División del suelo y tipo de vivienda .....	43
Tabla2.2: Plantilla para la determinación de demandas unitarias de diseño. ....	44
Tabla 2.3: Categorías de Abonados de la CENTROSUR.....	47
Tabla 2.4: Abonados para el área urbana. ....	48
Tabla 2.5: Abonados para el área rural .....	49
Tabla 2.6: Sectores correspondientes a las zonas de las normas de la EEASA.....	50
Tabla 2.7: Determinación del tipo de usuario. ....	51
Tabla 2.8: Demanda máxima unitaria para cada categoría. ....	51
Tabla 2.9: Clasificación de los Consumidores. ....	57
Tabla 3.1: Tamaño de la muestra para cada estrato en el área urbana.....	66
Tabla 3.2: Muestras para cada estrato en el área urbana. ....	66
Tabla 3.3: Ubicación geográfica de la muestra.....	67
Tabla 3.4: Identificación de archivos y su contenido. ....	69
Tabla 4.1: Potencia de la cocina de inducción.....	83
Tabla 4.2: Factor de coincidencia de las cocinas de inducción .....	84
Tabla 4.3: Demanda Máxima y Energía de las Cocinas de Inducción. ....	88
Tabla 4.4: Demanda Máxima y Energía promedio de las cocinas de inducción .....	89
Tabla 4.5: Demanda Máxima y Energía de las Cocinas de Inducción(Ajuste). ....	91
Tabla 4.6: Demanda Máxima y Energía promedio de las Cocinas de Inducción(Ajuste). ....	92
Tabla 4.7: Diferencia porcentual entre demandas máximas y energía promedios.....	92
Tabla 4.8: Rango de consumo de energía (kWh-mes) por categorías(A, B, C, D, E) .....	95
Tabla 4.9: Demanda máxima unitaria por categorías (A, B, C, D, E) de la Cocina de Inducción.....	95
Tabla 4.9: Demanda de Diseño según la categoría y el número de usuarios con y sin las Cocinas de Inducción.....	97





**Universidad de Cuenca**  
**Clausula de propiedad intelectual**

---

*IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO*, autor de la tesis “**INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE COCCIÓN EFICIENTE EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar éste trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser éste requisito para la obtención de mi título de INGENIERO ELÉCTRICO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de éste trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Febrero de 2015.

IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO.

C.I: 0104242490





## Universidad de Cuenca

### Clausula de propiedad intelectual

*IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO* , autor de la tesis “**INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE COCCIÓN EFICIENTE EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Febrero de 2015

IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO

C.I: 0104242490





**Universidad de Cuenca**  
**Clausula de propiedad intelectual**

---

*BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO*, autor de la tesis “**INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE COCCIÓN EFICIENTE EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar éste trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser éste requisito para la obtención de mi título de INGENIERO ELÉCTRICO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de éste trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Febrero de 2015.

*BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO.*

C.I: 0105233514





**Universidad de Cuenca**  
**Clausula de propiedad intelectual**

*BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO*, autor de la tesis **“INCIDENCIA DEL PROGRAMA DE COCCIÓN EFICIENTE EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA CIUDAD DE CUENCA**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Febrero de 2015.

*BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO*

C.I: 0105233514





## AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios y a nuestro director de tesis, Ing. Pedro León quien desinteresadamente se hizo cargo para guiarnos en el desarrollo de ésta investigación.

A los tutores de tesis, Ingenieros Patricio Quituisaca y Ramiro Ávila, por toda la ayuda, información y colaboración incondicional que hizo posible concluir con éste proyecto.

A todos los profesores que nos han formado a lo largo de nuestra vida estudiantil, a nuestros compañeros y amigos con quienes hemos compartido días, noches de estudio, dedicación, alegrías, sufrimientos, en fin mil gracias a todos.

***IVÁN Y ANTONIO.***





## DEDICATORIA

En especial al Señor de la vida, que día a día me brinda la fortaleza y la sabiduría para poder continuar por los caminos de la vida.

Dedico este trabajo en especial a mis padres, Luis y Gloria quienes con su inmenso amor y ejemplo me han sabido inculcar valores éticos, morales y me han ayudado siempre, ya que sin ellos no sería quien soy.

A mi querida esposa Jéssica y a mi adorada hija Camila mil gracias por toda la comprensión, cariño y sacrificio dedicado.

A mis hermanas y hermanos Julia, Carmen, María, Walter, René, con quienes he compartido mi vida, y de manera especial a toda mi familia y amigos que han sido parte de mi superación, mil gracias por todo su apoyo y cariño.

***IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO.***





Este presente trabajo va dedicado a:

Primero a Dios, quien me ha regalado la vida.

A mi mamá, ROSA MARGARITA CENTENO ANGAMARGA, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por darme la educación, por enseñarme a ser paciente, a trabajar, y por su incondicional apoyo en todo momento.

*“Quiero agradecerte que estés en mi vida.  
Sé que puedo contar contigo en momentos difíciles,  
sé que contigo puedo compartir mis alegrías,  
y sé que nuestra amistad se sustenta en mutuo amor.*

*Que seas mi MAMÁ y mi AMIGA es el más preciado tesoro,  
que agradeceré a DIOS eternamente.*

*Gracias por llenar mi vida  
con tanta felicidad. ”*

A mis hermanos: María Elena, Ana Lucía, Esthela Alexandra, Patricia Margarita, Carlos Fabián, por estar conmigo y apoyarme siempre.

**BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO.**





## CERTIFICACIÓN

**CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS HA SIDO  
DESARROLLADO POR LOS SEÑORES:**

IVÁN ALBERTO CORONEL VILLAVICENCIO.

BLASCO ANTONIO PELÁEZ CENTENO.

---

Ing. Pedro León Córdova.  
Director de Tesis

---

Ing. Patricio Quituisaca Astudillo.  
Tutor de Tesis

---

Ing. Ramiro Ávila Campoverde.  
Tutor de Tesis



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES.

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

Con el fin de reestructurar la matriz energética, el país ha dispuesto la entrada de los mega proyectos de generación de energía eléctrica renovable, consiguiendo con esto convertir al Ecuador en un país que oferte servicios de energía eléctrica.

El cambio de la matriz energética traerá al país otras reformas estructurales que también involucran a los denominados subsidios energéticos. El subsidio del gas licuado de petróleo (GLP), representa un problema económico y medioambiental (emisiones de  $CO_2$ ) que el uso de éste recurso provoca, para el Estado.

Es por ello, que se propone la sustitución del GLP por la utilización de energía eléctrica.

El programa de cocción eficiente consiste en sustituir a las tradicionales cocinas de GLP por cocinas de inducción eléctrica, esto implica un incremento de carga que afectará al sistema de distribución de energía, provocando que los parámetros que intervienen en el diseño y dimensionamiento de las redes de distribución sean revisados (como es el caso de la demanda máxima unitaria), éste es un tema de gran relevancia ya que significa reestructurar el actual modelo de distribución de energía eléctrica del país.

#### 1.1.2 Objetivos.

##### 1.1.2.1 Objetivo General.

Realizar un estudio para determinar el impacto en la Demanda Máxima Unitaria (DMU) del sector residencial de la CENTROSUR debido a la introducción de las cargas asociadas con el programa de cocción eficiente (cocinas de inducción).

##### 1.1.2.2 Objetivo Específico.

- Analizar los métodos para dimensionamiento de las demandas máximas unitarias (DMU), específicamente en la CENTROSUR.



- Revisar el procedimiento actual para determinar la Demanda Diversificada (DD).
- Realizar un análisis de potencias nominales de las cocinas de inducción existentes en el mercado local.
- Determinar un comportamiento del consumo de la cocción de alimentos.
- Determinar el impacto en la DMU y sus proyecciones.
- Proponer los nuevos valores de la DMU para la CENTROSUR.

### **1.1.3 Alcance.**

El estudio está limitado a los clientes residenciales de la CENTROSUR en el área urbana de la ciudad de Cuenca y tomará como referencia las políticas y procedimientos de análisis dados por el MEER sobre el programa de cocción eficiente.

Se analizará los métodos de cálculo para dimensionamiento de la distribución en empresas del sector y el procedimiento actual de la CENTROSUR.

Se realizarán encuestas para determinar el comportamiento de la cocción de alimentos los cuales serán utilizados para determinar el impacto en la demanda.

### **1.1.4 Justificaciones.**

La CENTROSUR, es la empresa encargada de suministrar el servicio de energía eléctrica a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, con la excepción de los cantones: Camilo Ponce Enríquez, Azogues, Déleg, Palora, Pablo Sexto, Logroño y Twintza, brindando condiciones de calidad, continuidad y confiabilidad del servicio hacia todos sus clientes, y la introducción de los nuevos tipos de cargas dentro del sector eléctrico como son las cocinas de inducción y otras cargas que se han implementado gracias al avance tecnológico, ha llevado a que las empresas distribuidoras de energía eléctrica realicen los respectivos ajustes y repotenciación de sus redes de distribución, obteniendo así un mayor aprovechamiento de los recursos económicos, energéticos y naturales del país.

Por ello la CENTROSUR se ve en la necesidad de realizar la actualización de los factores que intervienen y afectan al dimensionamiento y al diseño de las redes de distribución, para:



- Robustecer las redes eléctricas existentes y con ello brindar energía de calidad a sus usuarios.
- Optimizar y aprovechar de mejor manera la capacidad de los transformadores de distribución en base a la demanda eléctrica que se requiere, logrando reducir costos y pérdidas de energía.
- Mejorar las condiciones de calidad de servicio, brindando a sus clientes una energía de excelente calidad y confiabilidad del servicio.

Este tema de estudio, está en base a un convenio entre la Universidad de Cuenca y la CENTROSUR, debido a que el tema es de gran interés y se necesitan tener los datos más acertados posibles y que el área de concesión abarca una gran área geográfica, se ha visto en la necesidad de realizar cuatro estudios para las diferentes áreas de concesión de la CENTROSUR, que son las siguientes:

- Cuenca (Zona Urbana)
- Cuenca (Zona Rural y Zona Urbana Marginal)
- La Troncal (Sector Costanero)
- Morona Santiago (Sector Amazónico)

### 1.1.5 Metodología.

Descripción de la metodología propuesta:

Para determinar los nuevos valores de la DMU, será importante estudiar algunos parámetros que intervienen en dicho estudio, para disponer de éste valor se realizará lo siguiente:

1. Revisar el procedimiento actual de dimensionamiento de la distribución, analizando metodologías aplicadas en empresas distribuidoras del sector. El objetivo de éste análisis será validar los valores de la DMU actualmente en uso.
2. Determinar el impacto de la cocción eficiente en la DMU, tomando como referencia las políticas y procedimientos de análisis dados por el MEER sobre el programa de cocción eficiente.
3. Realizar encuestas para levantar información correspondiente a las costumbres de la cocción y determinar una curva de carga de este uso.



4. Determinar la demanda actual del sector residencial por medio de los registros de la demanda, los mismos que serán proporcionados por la CENTROSUR (registros de medición de calidad del producto).

Con los datos recopilados se analizará por medio de curvas de carga el incremento que ocasionarán las cocinas de inducción y la afección que ésta carga traerá a la DMU, para determinar la DMU se procederá a obtener el factor de coincidencia y a partir de éste valor encontraremos el delta del programa de cocción.

Luego se efectuará el cálculo necesario para determinar la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUp).

Finalmente se establecerán las conclusiones y recomendaciones de ésta investigación.

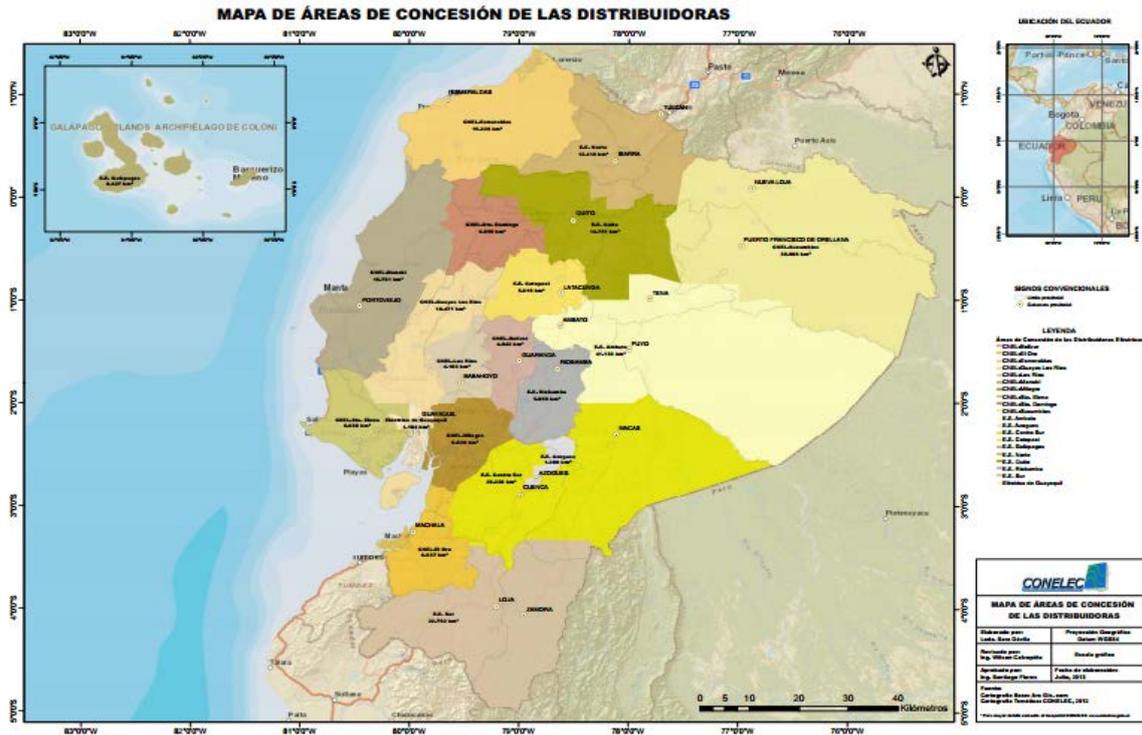
Otra información será recopilado en los distintos departamentos: SIGADE, DICO, entre otros.

## **1.2 ÁREA DE CONCESIÓN DE LA CENTROSUR.**

### **1.2.1 Descripción de la CENTROSUR.**

La CENTROSUR, es la empresa distribuidora concesionaria encargada de suministrar el servicio de energía eléctrica a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago gráfico fig1.1 (La parte que está resaltado con amarillo).





**Fig. 1.1: Área de concesión de la CENTROSUR.**

**Fuente:** <http://www.conelec.gob.ec>

Los cantones que se encuentran dentro del área de concesión de la CENTROSUR se citan a continuación:

**Provincia del Azuay:** Cuenca, Girón, Gualaceo, Nabón, Paute, Pucará, San Fernando, Santa Isabel, Sigsig, Oña, Chordeleg, El Pan, Sevilla de Oro y Guachapala.

**Provincia del Cañar:** Cañar, Biblián, Suscal, El Tambo y La Troncal.

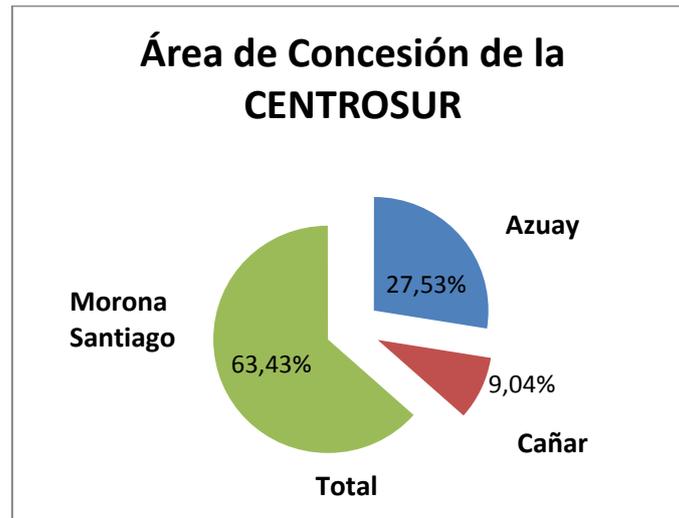
La distribución de la energía eléctrica del cantón La Troncal de la provincia del Cañar, forma parte del área de concesión de la CENTROSUR a partir del 05 de marzo de 2012.

**Provincia de Morona Santiago:** Morona, Huamboya, Sucúa, Santiago, Taisha, Limón-Indanza, San Juan Bosco y Gualaquiza, éste último cantón, sólo una parte San Miguel de Cuyes y Amazonas.

Extensión Por Cantón		
Cantón	Extensión	%
	<i>Km<sup>2</sup></i>	
Cuenca	3.128,80	10,60
Girón	349,20	1,18
Gualaceo	367,70	1,25
Nabón	647,20	2,19
Paute	272,70	0,92
Pucará	856,50	2,90
San Fernando	141,70	0,48
Santa Isabel	785,70	2,66
Sígsig	667,00	2,26
Oña	298,00	1,01
Chordeleg	110,60	0,37
El Pan	138,50	0,47
Sevilla de Oro	322,80	1,09
Guachapala	40,90	0,14
Prov. Azuay	8.127,30	27,53
Cañar	1.787,00	6,05
Biblián	204,90	0,69
El Tambo	66,10	0,22
Suscal	49,90	0,17
La Troncal	560,00	1,90
Prov. Cañar	2.667,90	9,04
Morona	4.211,00	14,26
Huamboya	2.132,80	7,22
Sucúa	1.828,10	6,19
Santiago	1.979,60	6,71
Taisha	4.480,90	15,18
Limón	2.205,20	7,47
San Juan Bosco	1.039,20	3,52
Gualaquiza	850,00	2,88
Prov. Morona Santiago	18.726,80	63,43
<b>Total Sistema</b>	<b>29.522,00</b>	<b>100,00</b>

Tabla 1.1: Área de concesión de la CENTROSUR: Extensión por Cantones.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>



**Fig. 1.2:** Área de concesión de la CENTROSUR.

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 1.2.2 El Sistema Eléctrico de la CENTROSUR.<sup>1</sup>

### 1.2.2.1 Subestaciones.

La CENTROSUR cuenta con un total de 15 subestaciones, de las cuales existen 21 transformadores de potencia, con una capacidad total instalada de 240/300,75 MVA (OA/FA). De las subestaciones, 14 son de son de distribución, y 1 es de seccionamiento. Las subestaciones (Gualaceo, Limón y Méndez, antes de propiedad de CENTROSUR) son puntos de entrega.

Las subestaciones de la CENTROSUR se encuentran distribuidas en el área de concesión, de la siguiente manera:

<sup>1</sup> Empresa Eléctrica CENTROSUR Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación.

CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES								
Código	Denominación	Tipo	Voltaje (kV)		Capacidad OA-FA (MVA)			Ubicación
			1	2	OA	FA	FOA	
SE01	Luis Cordero	Reducción	22	6,3	10	13	13	Luis Cordero
SE02	Centenario	Reducción	22	6,3	12	12	12	Benigno Malo
SE03	Monay	Reducción	69	22	26	36,5	44,5	Monay
SE04	Parque Industrial	Reducción	69	22	36,5	44,5	44,5	Visorrey
SE05	El Arenal	Reducción	69	22	34	44,5	44,5	Arenal
SE06	Verdillo	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Verdillo
SE07	Ricaurte	Reducción	69	22	22,5	25	25	Ricaurte
SE08	Turi	Reducción	69	22	24	32	32	Turi
SE09	Guablincay	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Guablincay
SE12	El Descanso	Reducción	69	22	20	25	25	Descanso
SE14	Lentag	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Lentag
SE15	Gualaceo	Seccionamiento	22	22				Ayaloma
SE18	Cañar	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Cañar
SE19	Corpanche	Seccionamiento	69	69				Corpanche
SE21	Macas	Reducción	69	13,8	5	6,25	6,25	Urb. Paraiso
SE22	Méndez	Seccionamiento	13,8	13,8				Bella Unión
SE23	Limón	Seccionamiento	13,8	13,8				Sector Santo Domingo
SE50	La Troncal	Reducción	69	13,8	10	12	12	La Troncal
					240	300,75		

**Tabla. 1.2:** Subestaciones de la CENTROSUR.Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

Las subestaciones Gualaceo, Limón y Méndez (de propiedad de TRANSLECTRIC) son puntos de entrega a nivel de distribución.

La CENTROSUR posee seis puntos de interconexión al Sistema Nacional de Transmisión (SNT), las subestaciones Sinincay y Cuenca que forman parte del anillo a 69 kV; y las subestaciones Gualaceo (S/E 15), Limón (S/E 23), Méndez (S/E 22) y Macas (S/E 21), se encuentran a lo largo de la línea Cuenca-Macas.



### 1.2.2.2 Líneas de Transmisión.

Las líneas de subtransmisión son aquellas que están encargadas de interconectar a las subestaciones, la CENTROSUR, tiene interconectadas a sus subestaciones entre sí por medio de 30 líneas de subtransmisión, la mayoría a 69kV. Existen tres anillos en operación: el anillo sur conformado por las subestaciones: El Arenal (S/E 05), Léntag (S/E 14) y Turi (S/E 08); el anillo central, conformado por las subestaciones: Cuenca (SNT), Monay (S/E 03), Turi (S/E 08), El Arenal (S/E 05), Sinincay (SNT), P. Industrial (S/E 04) y Ricaurte (S/E 07); y el anillo norte, por las subestaciones: Sinincay (SNT), Cañar (S/E 18), Azogues (S/E 09), El Descanso (S/E 12), Ricaurte (S/E 07) y P. Industrial (S/E 04). La longitud total de las líneas del sistema de subtransmisión es de 367,53 km.

El sistema La Troncal está servido de manera radial desde la Subestación Milagro, a un nivel de tensión de 69kV, a través de un sistema de subtransmisión conformado por líneas calibre AWG 266.8 MCM, cuya distancia total es aproximadamente 50,2km.

Desde la subestación Cuenca se alimenta a la zona oriental del área de concesión mediante un sistema radial a 138 kV, con una distancia total de 151 km, de línea cuyos activos serán transferidos a TRANSELECTRIC, según el convenio suscrito. Las características de las líneas de subtransmisión se presentan en la tabla siguiente:





LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN						
Nombre o Código de la Línea de		Voltaje	Longitud	Conductor de fase		Fecha de Inicio
Subtransmisión		(kV)	(km)	Material	Calibre (MCM)	de Operación
01	SE03 Monay - SE02 Centenario (tramo aéreo)	22	3,25	ACSR	3/0	01/01/1970
02	SE03 Monay - SE02 Centenario (línea subt)	22	3,07	CU	250	01/01/1994
03	SE04 P. Industrial - SE01 L. Cordero	22	3,52	ACSR	266,8	01/01/1986
04	SE06 Verdillo - SE01 L. Cordero	22	2,21	ACSR	266,8	16/07/1989
05	SE06 Verdillo - SE04 P. Industrial	22	3,06	ACSR	266,8	01/01/1991
06	SE10 Saymirín - SE06 Verdillo	22	8,98	CU	50 mm2	01/01/1954
07	SE04 P. Industrial - SE06 Verdillo	69	3,17	ACAR	750	01/01/1981
08	SE06 Verdillo - SE05 Arenal	69	7,23	ACAR	750	01/01/1981
09	SE04 P. Industrial - SE27 Erco	69	2,09	ACSR	266,8	01/01/1983
10	SE05 El Arenal - SE14 Léntag	69	47,09	ACSR	266,8	01/05/1993
11	SE07 Ricaurte - SE04 P. Industrial	69	3,83	ACSR	266,8	01/01/1981
12	SE09 Azogues - SE18 Cañar	69	24,08	ACSR	266,8	26/05/1994
13	SE11 Saymirín - SE19 Corpanche	69	1,32	ACSR	477	11/10/1995
14	SE12 Descanso - SE07 Ricaurte	69	10,15	ACSR	266,8	01/01/1981
15	SE19 Corpanche - SE07 Ricaurte	69	9,89	ACSR	477	01/01/1983
16	SE20 Saucay - SE04 P. Industrial	69	14,11	ACSR	477	01/01/1978
17	SE20 Saucay - SE19 Corpanche	69	4,90	ACSR	477	01/01/1983
18	SECU Rayoloma - SE03 Monay I	69	3,43	ACSR	477	01/01/1981
19	SECU Rayoloma - SE03 Monay II	69	3,01	ACSR	477	22/08/1995
20	SECU Rayoloma - SE07 Ricaurte	69	5,29	ACSR	477	01/01/1981
21	SE12 Descanso - SE09 Azogues	69	11,51	ACSR	477	27/06/2006
22	SE15 Gualaceo - SE23 Limón*	138	5,33	ACSR	266,8	01/09/1993
23	SE23 Limón - SE22 Méndez*	69	33,02	ACSR	266,8	02/09/1993
24	SE22 Méndez - SE21 Macas*	69	51,67	ACSR	266,8	03/09/1993
25	SE Sinincay - SE06 Verdillo I	69	7,97	ACAR	750	01/01/2010
26	SE Sinincay - SE06 Verdillo II	69	8,15	ACAR	750	02/01/2010
27	SE03 Monay - SE08 Turi	69	4,47	ACSR	477	02/02/1990
28	SE05 El Arenal - SE08 Turi	69	4,47	ACSR	477	03/02/1990
29	SE08 Turi - SE14 Léntag	69	45,59	ACAR	750	01/11/2012
30	SE Sinincay - SE 18 Cañar	69	31,67	ACAR	750	28/03/2013
31	SE El Triunfo - SE50 La Troncal	69	14,00	ACSR	266,8	01/01/1984

Nota(\*) Líneas de TRANSELECTRIC

**Tabla. 1.3:** Líneas de Subtransmisión.  
Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>



### 1.2.2.3 Alimentadores Primarios.

A junio del 2014 el sistema de distribución de media tensión de la CENTROSUR cuenta con 64 alimentadores, los mismos que tienen una longitud de 8.495,71 km de línea, repartidos en 43 alimentadores con 6.482,65 km que operan a 22 kV, 12 con 1.962,52 km que operan a 13,8 kV y 9 que suman 50,54 km de línea que operan a 6,3 kV. Además existen alimentadores expresos que sirven a las industrias Cartopel (Alim 0425, 22kV), Graiman (Alim 0426, 22kV) y ERCO (Alim 0461, 69kV).

### 1.2.2.4 Transformadores de Distribución.

La CENTROSUR tiene instalado en su sistema de distribución 18.997 transformadores: 15.362 monofásicos y 3.635 trifásicos, con una potencia de 560.395 kVA la cual se reparte en 329.035,50 kVA para transformadores trifásicos y 231.359,50 kVA para los transformadores monofásicos.

### 1.2.2.5 Redes Secundarias y Acometidas.

Las redes secundarias suman una longitud de 10.946,36 Km, compuesta por un 94,85% de línea aéreas, 1,60% de redes preensambladas y el 3,55% de redes subterráneas. En el centro histórico de la Ciudad de Cuenca y ciudades como Cañar, Gualaceo, se observan líneas de distribución adosadas a las fachadas de las viviendas. Además, en el centro histórico de la ciudad de Cuenca, se utiliza el recorrido subterráneo de líneas de distribución.

REDES SECUNDARIAS											
Instalación	Monofásica		Bifásica		Trifásica		Total			Porcentaje	
	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad			
Aérea	9.604,46	km	89,72	km	688,56	km	10382,74	km	94,85	%	
Preensamblada	151,12	km	0,41	km	23,70	km	175,23	km	1,60	%	
Subterránea	193,49	km	87,07	km	107,84	km	388,40	km	3,55	%	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>9.949,07</b>	<b>km</b>	<b>177,20</b>	<b>km</b>	<b>820,10</b>	<b>km</b>	<b>10.946,37</b>	<b>km</b>	<b>100,00</b>	<b>%</b>	

Tabla. 1.4: Redes Secundarias.  
Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

ACOMETIDAS										
Instalación	Monofásica		Bifásica		Trifásica		Total		Porcentaje	
	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad	Longitud	Unidad		
Aérea	5.336,56	km	94,95	km	286,12	km	5.717,63	km	98,83	%
Subterráneo	41,44	km	3,98	km	22,47	km	67,89	km	1,17	%
<b>SUB TOTAL</b>	<b>5.378,00</b>	<b>km</b>	<b>98,93</b>	<b>km</b>	<b>308,59</b>	<b>km</b>	<b>5.785,52</b>	<b>km</b>	<b>100,00</b>	<b>%</b>

Tabla. 1.5: Acometidas.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

### 1.2.2.6 Alumbrado Público.

La CENTROSUR mantiene un programa de remplazo de luminarias de mercurio por sodio, lo cual ha permitido que una cantidad menor al 3% sean de mercurio. Además la Empresa ha instalado luminarias con doble nivel de potencia y LED, particularmente en la ciudad de Cuenca. A junio del 2014, en el sistema eléctrico se contaba con 104.054 luminarias instaladas, con una potencia de 17.563 kW, sin considerar la potencia de los accesorios.

### 1.2.2.7 Medidores.

El número de medidores instalados, que cuenta la CENTROSUR, es un total de 353.972,00 unidades, representando los monofásicos el 86,14% del total.

MEDIDORES					
TIPO	Baja Tensión	Media Tensión	Alta Tensión	Total	%
Monofásico	294.189,00	10.734,00	0	304.923,00	86,14
Bifásico	32.767,00	4.746,00	0	37.513,00	10,60
Trifásico	9.117,00	2.417,00	2	11.536,00	3,26
<b>SUB TOTAL</b>	<b>336.073,00</b>	<b>17.897,00</b>	<b>2</b>	<b>353.972,00</b>	<b>100</b>

Tabla. 1.6: Sistemas de Medición.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

### 1.2.2.8 Distribución de Clientes.

De acuerdo al informe del mes de junio del 2014, registrado en el Sistema de Datos del Sector Eléctrico SISDAT – CONELEC, el desglose de clientes por cantón (cobertura eléctrica) fue la siguiente:



PROVINCIA	CANTON	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL
AZUJAY	CAMILO PONCE ENRI	1.072,00	5,00	37,00	18,00	1.132,00
	CHORDELEG	4.220,00	408,00	93,00	58,00	4.779,00
	CUENCA	168.996,00	20.224,00	4.678,00	2.180,00	196.078,00
	EL PAN	1.369,00	43,00	15,00	36,00	1.463,00
	GIRON	5.514,00	311,00	60,00	148,00	6.033,00
	GUACHAPALA	1.231,00	52,00	9,00	16,00	1.308,00
	GUALACEO	14.617,00	1.690,00	387,00	200,00	16.894,00
	NABON	6.243,00	160,00	64,00	217,00	6.684,00
	OÑA	1.573,00	88,00	34,00	65,00	1.760,00
	PAUTE	9.817,00	731,00	181,00	157,00	10.886,00
	PUCARA	1.619,00	55,00	7,00	61,00	1.742,00
	SAN FERNANDO	1.660,00	73,00	20,00	54,00	1.807,00
	SANTA ISABEL	8.079,00	407,00	97,00	150,00	8.733,00
	SEVILLA DE ORO	1.931,00	46,00	27,00	34,00	2.038,00
SIGSIG	11.012,00	303,00	97,00	166,00	11.578,00	
<b>TOTAL AZUJAY</b>		<b>238.953,00</b>	<b>24.596,00</b>	<b>5.806,00</b>	<b>3.560,00</b>	<b>272.915,00</b>
CAÑAR	AZOGUES	4,00	0,00	0,00	1,00	5,00
	BIBLIAN	8.698,00	392,00	147,00	135,00	9.372,00
	CAÑAR	15.213,00	957,00	187,00	252,00	16.609,00
	DELEG	186,00	1,00	3,00	2,00	192,00
	EL TAMBO	3.289,00	215,00	42,00	25,00	3.571,00
	LA TRONCAL	13.555,00	2.519,00	34,00	158,00	16.266,00
	SUSCAL	4.439,00	92,00	18,00	63,00	4.612,00
	<b>TOTAL CAÑAR</b>		<b>45.384,00</b>	<b>4.176,00</b>	<b>431,00</b>	<b>636,00</b>
GUAYAS	EL TRIUNFO	29,00	4,00	1,00	0,00	34,00
	NARANJAL	232,00	6,00	0,00	2,00	240,00
	<b>TOTAL LOJA</b>	<b>261,00</b>	<b>10,00</b>	<b>1,00</b>	<b>2,00</b>	<b>274,00</b>
LOJA	SARAGURO	494,00	4,00	5,00	23,00	526,00
	<b>TOTAL LOJA</b>	<b>494,00</b>	<b>4,00</b>	<b>5,00</b>	<b>23,00</b>	<b>526,00</b>
MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	517,00	17,00	7,00	22,00	563,00
	HUAMBOYA	504,00	16,00	0,00	33,00	553,00
	LIMON INDANZA	2.815,00	169,00	97,00	156,00	3.237,00
	LOGROÑO	920,00	64,00	9,00	31,00	1.024,00
	MORONA	10.819,00	1.457,00	239,00	348,00	12.863,00
	SAN JUAN BOSCO	1.129,00	69,00	29,00	65,00	1.292,00
	SANTIAGO	2.381,00	257,00	81,00	139,00	2.858,00
	SUCÚA	4.903,00	572,00	45,00	135,00	5.655,00
	TAISHA	2.268,00	67,00	8,00	34,00	2.377,00
	TIWINTZA	1.115,00	88,00	14,00	79,00	1.296,00
<b>TOTAL M. SANTIAGO</b>		<b>27.371,00</b>	<b>2.776,00</b>	<b>529,00</b>	<b>1.042,00</b>	<b>31.718,00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>312.463,00</b>	<b>31.562,00</b>	<b>6.772,00</b>	<b>5.263,00</b>	<b>356.060,00</b>

Tabla. 1.7: Distribución de Clientes de la CENTROSUR.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>



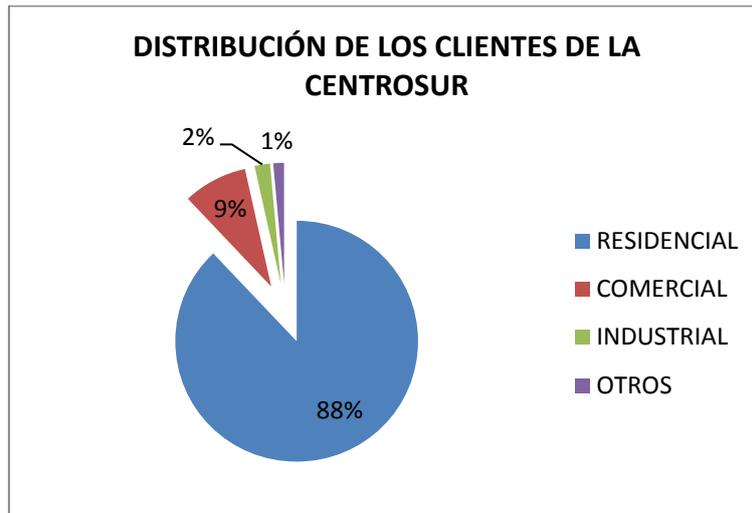


Fig. 1.3: Distribución de los clientes de la CENTROSUR.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

### 1.2.2.9 Clientes y Energía Facturada.

La CENTROSUR, de acuerdo a la emisión del mes de junio del 2014 posee un registro de 356.060 clientes, con una facturación a junio del 2014 de 79.163,23 MWh. El sector residencial representa el 87,76% en el total de clientes y un 38,08% en la energía total consumida. Dentro del consumo, también tiene una participación importante el industrial, con un 32,51%, a pesar de tener únicamente el 1,90% de los clientes. En la siguiente tabla se detalla con mayor precisión estos indicadores:

TARIFA	Clientes		Consumos		Facturación	
	U	%	MWh	%	US \$	%
Residencial	312.463	87,76%	30.147,68	38,08%	3.311.340,30	42,08%
Comercial	31.562	8,86%	12.479,92	15,76%	1.250.900,13	15,90%
Industrial	6.772	1,90%	25.733,49	32,51%	2.241.123,89	28,48%
A. Público	-	0,00%	6.346,04	8,02%	720.929,87	9,16%
Otros	5.263	1,48%	4.456,11	5,63%	345.061,65	4,38%
<b>TOTAL</b>	<b>356.060</b>	<b>100,00%</b>	<b>79.163,23</b>	<b>100,00%</b>	<b>7.869.355,84</b>	<b>100,00%</b>

Tabla. 1.8: Clientes y Energía Facturada.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>



### 1.2.3 Sistemas Fotovoltaicos Instalados SFV.

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A., al ampliar su cobertura eléctrica, en la provincia de Morona Santiago, ha instalado sistemas solares fotovoltaicos domiciliarios en las comunidades aisladas, ya que no es factible extender la red eléctrica a estos lugares. Estos sistemas instalados requieren mantenimiento oportuno para poder funcionar correctamente durante el tiempo previsto de 20 años, por lo que para el año 2015 y 2016 se prevé la reposición de baterías, inversores y luminarias.

Las comunidades que requieren reposición de baterías, inversores y luminarias son 123, dando un total de 2350 familias. Con esto obtendrán la energía eléctrica para satisfacer sus necesidades básicas de iluminación y comunicación social; con el fin de mejorar su calidad de vida y permitir el desarrollo de las mismas, contando los niños con una alternativa para desarrollar sus tareas escolares en horas de la noche.

Hasta el año 2012 se electrificaron 123 comunidades, total de 2350 SFV, en el 2013 se instalaron en 7 comunidades de Macuma total de 109 SFV, y en el 2014 se están instalando en 35 comunidades más de Macuma con un total 433 SVF.



## 1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS.<sup>2</sup>

### Introducción

Es indispensable tener en cuenta un conjunto de conceptos que influyen en la demanda eléctrica, primordialmente se han tomado en cuenta, aquellos que influyen directamente en la determinación de la demanda, estos conceptos se citan a continuación.

### 1.3.1 Parámetros para la Determinación de la Demanda.

Los valores que intervienen en la determinación de la demanda eléctrica, son de vital importancia, ya que de ella depende el abastecimiento eficiente de potencia y energía de un sistema.

#### 1.3.1.1 Clasificación de las Cargas Eléctricas.

Las cargas eléctricas de un sistema de distribución, se las puede clasificar de acuerdo a los siguientes parámetros:

#### 1.3.2 De acuerdo a su Ubicación Geográfica.

Los sistemas de Distribución de Energía Eléctrica tienen que atender a consumidores localizados en las distintas zonas (urbanas, rurales, suburbanas y turísticas), estas se describen a continuación:

#### 1.3. 2.1 Redes de Distribución Urbana.

Las principales características de estas redes es que en la mayoría de los casos constan en planes de remodelación y recuperación de pérdidas.

Tomando en cuenta:

- Usuarios muy concentrados.
- Se usan conductores de aluminio, cobre y conductor de aluminio con refuerzo de acero (ACSR).
- Cargas monofásicas, bifásicas y trifásicas.

---

<sup>2</sup> Apuntes de Clases de Distribución de Sistemas de Energía Eléctrica, Ing. Modesto Salgado Rodríguez.

### **1.3.2.2 Redes de Distribución Rurales.**

Se utilizan en extensiones territoriales distintas a las aglomeraciones urbanas, comprendiendo zonas agrícolas, pecuarias ó forestales.

Estas redes de distribución deben suministrar energía eléctrica con un grado de seguridad y eficiencia, satisfaciendo sobre todo necesidades como el alumbrado de las viviendas y otras que mejoran la calidad de vida como son los aparatos electrodomésticos y la industrialización agropecuaria.

Las redes rurales en el país se han venido desarrollado gracias al Fondo de Electrificación Rural y Urbano-Marginal (Ferum), éste es un programa que tiene la finalidad de mejorar las condiciones de vida, llevando energía eléctrica aquellas personas de menores recursos, reducir a modo la exclusión social.

En este tipo de redes se toma en cuenta que:

- Los usuarios son muy dispersos.
- Son zonas de difícil acceso.
- Las cargas son generalmente monofásicas.
- Se usan conductores ACSR.

### **1.3.2.3 Redes de Distribución Suburbana.**

Las redes de distribución suburbana tienen características intermedias ya que se poseen en muchos de los casos una gran cantidad de consumidores, los cuales tienen bajos consumos eléctricos.

Por ejemplo, se pueden citar a los suburbios y asentamientos espontáneos.

### **1.3.2.4 Redes de Distribución Turísticas.**

Generalmente en este tipo de redes las cargas tienen que ver mucho con las temporadas vacacionales, por ejemplo, Yunguilla.

### **1.3.3 De acuerdo con la Zona a Servir.**

Se trata del uso final que se da a la energía eléctrica, la misma que sirve para clasificar a las cargas.

### **1.3.3.1 Cargas Residenciales.**

Se denominan cargas residenciales a las cargas predominantemente resistivas, dentro de estas están, las cargas de alumbrado, calefacción y de los electrodomésticos. Teniendo estas características los edificios de apartamentos, condominios, multifamiliares, condominios, urbanizaciones, etc.

Los abonados residenciales pueden clasificarse de acuerdo a sus hábitos y a las clases socioeconómicas en:

- Zona Clase Alta. Usuarios con un alto consumo eléctrico.
- Zona Clase Media. Está conformada por usuarios con un moderado consumo.
- Zona Clase Baja. Son considerados los barrios populares y tienen un nivel de consumo bajo.
- Zona Tugurial. En esta zona se encuentran los que poseen niveles muy bajos de consumo.

### **1.3.3.2 Cargas Comerciales.**

Son cargas de actividades comerciales, poseen características resistivas, generalmente se encuentran localizadas en las áreas céntricas de las ciudades, centros comerciales y los edificios de oficinas.

### **1.3.3.3 Cargas Industriales.**

Estas cargas se caracterizan por tener un importante componente de energía reactiva, esto se da por tener un gran número de motores en sus instalaciones, lo que ocasiona que se tenga que corregir el factor de potencia.

### **1.3.3.4 Cargas de Alumbrado Público.**

Son de gran uso y su función primordial es el de contribuir a la seguridad ciudadana en las horas nocturnas. Dentro de estas cargas se encuentran luminarias de mercurio (en desuso), sodio (baja y alta presión; simple y doble nivel de potencia), LEDS y las de inducción (futuro), con características resistivas.

### **1.3.3.5 Cargas Mixtas.**

Los sistemas de distribución de energía eléctrica poseen muchas de estas cargas y éstas a la vez no son muy deseadas, ya que en ellas se dificulta tener un adecuado control de las pérdidas.

### **1.3.4 Clasificación de las Cargas Eléctricas de acuerdo con la Confiabilidad.**

La clasificación va teniendo en cuenta a los daños que pueden sufrir los usuarios por la interrupción del suministro de energía eléctrica, a las cargas eléctricas las podemos clasificar de la siguiente manera:

#### **1.3.4.1 Cargas Sensibles.**

Son aquellas en las cuales una interrupción del suministro de energía eléctrica causa serios daños ó perjuicios al consumidor como por ejemplo: centros hospitalarios riesgo de muerte, daños en procesos de fabricación en serie, daños en equipos costosos como computadoras y máquinas controladas por sistemas electrónicos, sistemas masivos de transporte aéreo ó terrestre, etc.

#### **1.3.4.2 Cargas Semisensibles.**

Se encuentran en esta categoría aquellas cargas que una interrupción del suministro de energía eléctrica (no mayor a 10 minutos) no causa grandes pérdidas ó perjuicios al consumidor por ejemplo están las: fábricas medianas que no tienen complicados y delicados procesos de fabricación pero que causan desocupación a empleados y obreros, etc.

#### **1.3.4.3 Cargas Normales.**

Dentro de estas están el resto de cargas ó consumidores, las cuales pueden tener un tiempo de interrupción no muy grande, sin causar mayores problemas a sus usuarios, pertenecen a este grupo por ejemplo: los usuarios residenciales, las poblaciones rurales, las pequeñas fábricas, etc.

### **1.3.5 Características de las Cargas Eléctricas.**

Los sistemas de distribución, existen para abastecer de energía eléctrica a los usuarios finales, es así que las características de las cargas son de gran importancia, ya que influyen directamente en los sistemas de transmisión y distribución.

### 1.3.5.1 Densidad de Carga.

Es la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto a servir.

Densidad de Carga = Carga Instalada/área de la zona [KVA/km<sup>2</sup> , KW/km<sup>2</sup>]

### 1.3.5.2 Carga Instalada.

La carga instalada corresponde a la suma de todas las potencias nominales de los servicios instalados ó conectados en una red ó parte de ella, expresada generalmente en [KVA, MVA, KW ó MW], es decir:

$C_i = \sum KW$  de c/u de los servicios instalados. **Ecuación 1.1**

### 1.3.5.3 Capacidad Instalada.

La capacidad instalada corresponde a la suma de todas las potencias nominales de los servicios instalados ó conectados en una red ó parte de ella. Conocida también como capacidad nominal del sistema.

$C_{ins} = \sum KW$  de c/u de los equipos instalados. **Ecuación 1.2**

### 1.3.5.4 Carga Máxima.

Llamada también demanda máxima y es el máximo valor de la carga que se presenta en un determinado período de tiempo.

Es el principal factor de pérdidas en el sistema, ya que es aquí donde se presenta la máxima caída de tensión. Además la demanda máxima corresponde a un factor de diseño, siendo imposible calcularla con exactitud. Lo que se hace es calcular ó estimar en base a estadísticas.

### 1.3.5.6 Número de Horas de Carga Equivalente.

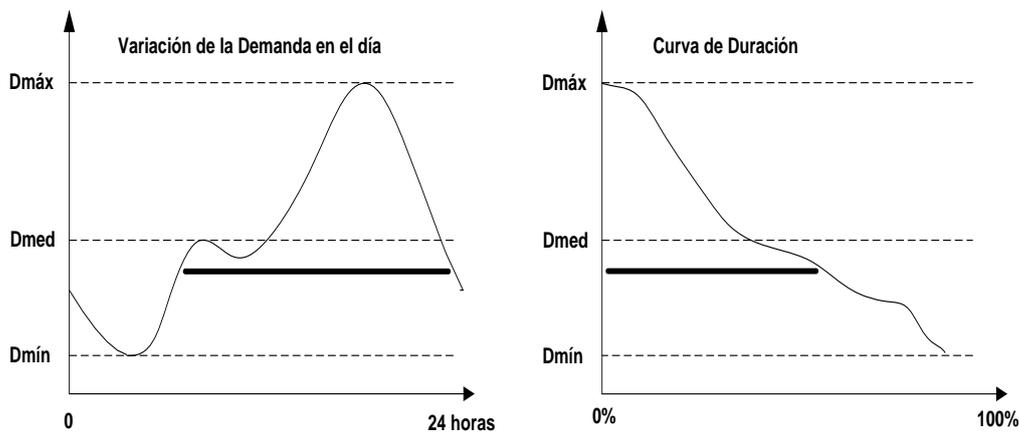
El número de horas equivalentes viene definido por la siguiente ecuación.

$$EH = \frac{\text{Energía Total Consumida en el Periodo (kWh)}}{\text{Carga Máxima (kW)}} \quad \text{Ecuación 1.3}$$

### 1.3.5.7 Demanda.

La demanda es el promedio de la potencia durante un período de tiempo determinado, éste a menudo es de 15, 20, o 30 min, en otras palabras la podemos definir que es la cantidad de potencia que un consumidor usa en cualquier

momento, la misma que normalmente es variable con el tiempo. La demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, es el valor medio de la cantidad de potencia tomada en un determinado intervalo de tiempo. Para establecer una demanda es primordial establecer el intervalo de demanda, ya que sin él, la demanda no tendría sentido. La demanda máxima durante un período de tiempo es la forma más común de cuantificar un circuito, la variación de la demanda en el tiempo para una carga dada origina la curva de carga (demanda vs. tiempo).



**Fig.1.4:** Demanda Diaria y Curva de Duración.  
**Fuente:** (Tesis, Granda Paúl)<sup>3</sup>

### 1.3.5.8 Demanda Máxima.

La demanda máxima es la mayor demanda durante un período de tiempo especificado (diario, semanal, mensual, anual).

### 1.3.5.9 Factor de Demanda $F_d$ .

El factor de demanda de una carga, en un intervalo de tiempo  $t$ , es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada.

El factor de demanda es menor que 1, es 1 cuando en el intervalo considerado, estuviesen todos los aparatos consumiendo sus potencias nominales, lo que es improbable.

$$F_d = \frac{C_m}{C_i} = \frac{D_m}{C_i} \leq 1 \quad \text{Ecuación 1.4}$$

<sup>3</sup> Parametrización, Control, Determinación y Reducción de Pérdidas en Base a la Optimización en el Montaje de Estaciones de Transformación en la Provincia de Morona Santiago. Tesis Universidad de Cuenca. Paúl Vázquez Granda, Cuenca 2013.

Donde:

$C_m = \text{Carga máxima}$

$C_i = \text{Carga instalada}$

$D_m = \text{Demanda máxima}$

### 1.3.5.9 Factor de Utilización $F_u$ .

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un intervalo de tiempo.

$$F_u = \frac{C_m}{C_{ins}} = \frac{D_m}{C_{ins}} \quad \text{ecuación 1.5}$$

Donde:

$C_{ins} = \text{Capacidad instalada}$

El factor de utilización indica la utilización máxima del equipo ó instalación, mientras que el factor de demanda nos da el porcentaje de carga que se está alimentando.

### 1.3.5.10 Factor de Carga $F_c$ .

Está dado por la razón entre la carga (demanda) promedio y la carga (demanda) máxima durante un mismo intervalo de tiempo dado, es decir:

$$F_c = \frac{D_p}{D_m} \quad \text{ecuación 1.6}$$

Donde:

$D_p = \text{Demanda promedio}$

El factor de carga está dentro de los siguientes límites:

$$0 < F_c \leq 1$$

El intervalo generalmente se considera para el caso de la demanda máxima es el instantáneo.

Es necesario especificar el intervalo de la demanda, ya que para una misma carga, un periodo establecido mayor, da como resultado un factor de carga más pequeño es decir:

$$F_c \text{ anual} < F_c \text{ mensual} < F_c \text{ semanal} < F_c \text{ diario}$$

### 1.3.5.11 Factor de Diversidad o de Grupo $F_{div}$ .

El factor de diversidad ó de grupo viene dado por la siguiente relación:

$$F_{div} = \frac{DMNC}{DMC} > 1 \quad \text{ecuación 1.7}$$

Donde:

$DMC$  = Demanda Máxima Coincidente.

$DMNC$  = Demanda Máxima No Coincidente.

El factor de diversidad sirve para estimar a la demanda máxima coincidente conociendo a las demandas máximas individuales, es decir:

$$DMC = \frac{DMi}{F_{div}} \quad \text{ecuación 1.8}$$

$DMi$  = Demanda Máxima Individual.

### 1.3.5.12 Factor de Simultaneidad o Coincidencia $F_{co}$ .

El factor de coincidencia es la que se aplicará para dimensionar el equipo (transformadores ó conductores), afectada por la demanda máxima, siendo esta la relación entre la demanda máxima coincidente y la suma de las demandas máximas de consumidores individuales que conforman el grupo, se tiene que tener muy en claro que los dos valores deben ser tomados en el mismo punto de alimentación y para un mismo tiempo, es decir:

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda Máxima Coincidente}}{\text{Suma de las Demandas Máximas Individuales}} = \frac{DMC}{DMNC} = \frac{1}{F_{div}} < 1 \quad \text{ecuación 1.9}$$



## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS DEL ENTORNO.

#### 2.1 INTRODUCCIÓN.

En nuestro país, se han difundido a nivel de ingeniería de distribución, varios procedimientos para la estimación de la demanda, los cuales, básicamente, pueden catalogarse en dos grupos:

1. Los que correlacionan la demanda con la carga instalada.
2. Los que correlacionan la demanda con la energía.

Dentro del primer grupo que se tiene, en nuestro medio, principalmente, es el Método de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

En el segundo grupo, está el método de la REA (Rural Electrification Administration), utilizado por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, el método de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, y el método de la Empresa Eléctrica de Ambato.

#### 2.2 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A. <sup>4</sup>

Para la proyección de la demanda eléctrica, la Empresa Eléctrica Quito S.A. considera diversos parámetros como la localización del proyecto en relación a centros urbanos desarrollados, división y uso del suelo (detallado en la tabla 2.1), características de las obras de infraestructura previstas, área y características de los edificios a construir, etc.

---

<sup>4</sup> Normas para los Sistemas de Distribución Empresa Eléctrica Quito 2009.



EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	PARÁMETROS DE DISEÑO			FECHA:	
	DIVISIÓN DEL SUELO Y TIPO DE VIVIENDA				
USUARIO TIPO	ZONA TIPO	ÁREA/LOTE MÍNIMA (m <sup>2</sup> )	VIVIENDA TIPO	CUS (%)	FRENTE MÍNIMO (M)
A	R.1	1500	Unifamiliar aislada	50	35
	R.2	800	Unifamiliar aislada	70	25
	R.3A	450	Unifamiliar aislada	80	16
B	R.3B	500	Bifamiliar aislada	80	16
	R.3B	300	Unifamiliar aislada	80	14
	R.4A	300	Unifamiliar aislada	80	10
	R.4B	300	Bifamiliar aislada	100	14
C	R.4C	300	Bifamiliar aislada	100	10
	R.5A	180	Unifamiliar aislada	100	10
	R.5B	150	Unifamiliar aislada	100	8
D	R.5C	200	Bifamiliar aislada	100	10
	R.5D	200	Bifamiliar aislada	100	8
	R.5E	180	Bifamiliar aislada	100	8

Notas:  
CUS: COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL SUELO  
PARA VIVIENDAS BIFAMILIARES DEBEN CONSIDERARSE 2  
CONSUMIDORES POR LOTE

**Tabla2.1:** División del suelo y tipo de vivienda.**Fuente:** Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica.

## DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA.

Para el cálculo de la demanda máxima unitaria se procederá de la siguiente manera:

### PASO 1 - Determinar la carga instalada del consumidor de mayores posibilidades.

Se determina los posibles artefactos eléctricos que podría tener el usuario de máximas posibilidades dentro de un grupo, detallando la descripción, cantidad, calidad, y la potencia nominal de cada uno de ellos, y se establece una lista de los mismos en el Anexo A2.1.

Para el efecto se puede emplear el formato de la tabla 2.2, en la que se lista los referidos artefactos, y parámetros adicionales útiles para el cálculo final de la demanda máxima unitaria.

<b>EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.</b>	PARÁMETROS DE DISEÑO						
	PLANTILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO						FECHA:
NOMBRE DEL PROYECTO _____ N° DEL PROYECTO _____ LOCALIZACIÓN _____ USUARIO TIPO _____							
REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Pn(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4	5	6	7	8
TOTALES=							
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP=_____				FACTOR DE DEMANDA: $FDM = \frac{DMU}{CIR} =$ _____			
$DMU(kVA) = \frac{DMU(kW)}{FP}$ _____							

**Tabla2.2: Plantilla para la determinación de demandas unitarias de diseño.**  
**Fuente:** Normas para sistemas de distribución, EEQ S.A.

## PASO 2 - Determinar la carga instalada del consumidor representativo.

Para cada carga individual se establece un factor de frecuencia de uso (FFUn) que define la incidencia, en porcentaje de la carga correspondiente al consumidor de máximas posibilidades, de a aquel consumidor que posee condiciones promedio y se adopta como representativo del grupo.

El valor de la carga instalada por consumidor representativo (CIR) se halla mediante la siguiente expresión:

$$CIR = P_n \times FFU_n \times 0.01 \quad \text{ecuación 2.1}$$



Donde:

CIR= Carga instalada por consumidor representativo.

$P_n$  = Potencia o carga nominal de los artefactos individuales.

$FFU_n$  = Factor de frecuencia de uso de la carga individual %.

### **PASO 3 - Determinar la Demanda Máxima Unitaria (DMU).**

Se define como el valor máximo de la potencia que, en un intervalo de tiempo de 15 minutos, es suministrado por la red al consumidor individual, durante el período de máxima solicitud (19 y 21 horas).

La DMU se obtiene a partir de:

$$DMU = CIR \times FS_n \times 0.01 \quad \text{ecuación 2.2}$$

Donde:

DMU= Demanda máxima unitaria.

CIR= Carga instalada por consumidor representativo.

$FS_n$  = Es el factor de simultaneidad para cada una de las cargas instaladas %.

El factor de potencia, en general, para instalaciones domiciliarias se encuentra en el rango de 0.8 a 0.85.

El factor de Demanda (FDM=DMU/CIR), nos indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente en el período de máxima solicitud (19 y 21 horas) y permite evaluar los valores obtenidos por la comparación con aquellos en instalaciones similares.

### **PASO 4 - Determinación de la Demanda de Diseño.**

El valor obtenido de la DMU es válido para las condiciones iniciales del proyecto, para efectos del diseño debe considerarse los incrementos de la demanda que tendrá durante su vida útil, y se calcula por la ecuación 2.3:



$$DMU_p = DMU \left(1 + \frac{T_i}{100}\right)^n \quad \text{ecuación 2.3}$$

Donde:

$DMU_p$  = Demanda máxima unitaria proyectada.

$DMU$  = Demanda máxima unitaria.

$T_i$  = Tasa de crecimiento anual de la demanda.

$n$  = Número de años de proyección de la demanda.

El factor  $\left(1 + \frac{T_i}{100}\right)^n$ , se encuentra tabulado en el Anexo A2.3.

En consecuencia, el valor de la demanda a considerar para el dimensionamiento de la red en un punto dado, se calcula por la ecuación 2.4

$$DD = DMU_p \times \frac{N}{FD} \quad \text{ecuación 2.4}$$

Donde:

$DD$  = Demanda de diseño.

$DMU_p$  = Demanda máxima unitaria proyectada.

$N$  = Número de abonados

$FD$  = Factor de diversidad, que depende del número de abonados y del tipo de consumidor. (Anexo A2.2).

## 2.3 MÉTODO DE LA CENTROSUR.<sup>5</sup>

Para el cálculo de la Demanda Máxima Unitaria (DMU) la CENTROSUR utiliza el método planteado en los “Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana”, realizado por el consorcio entre las compañías INELIN-COINELCA.

### Descripción:

Para realizar el estudio de la demanda máxima unitaria la CENTROSUR considera por separado a los usuarios, urbana y rural, el área urbana está conformada por cinco categorías de usuarios y el área rural está conformada por tres categorías de abonados. La denominación de estas categorías es:

<b>ABONADOS DE SECTORES URBANOS (CENTROS CANTONALES)</b>			
<b>Área Promedio de Lotes (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Abonado Tipo</b>	<b>DMUp(kVA) 10</b>	<b>DMUp(kVA) 15</b>
A > 400	A	7,47	7,99
300 < A < 400	B	3,93	4,29
200 < A < 300	C	2,23	2,48
100 < A < 200	D	1,36	1,55
A < 100	E	0,94	1,09
<b>ABONADOS DEL SECTOR RURAL</b>			
<b>Sector</b>	<b>Abonado Tipo</b>	<b>DMUp(kVA) 10</b>	<b>DMUp(kVA) 15</b>
Periferia ciudad	F	1,02	1,16
Centro parroquial	G	0,84	0,98
Rural	H	0,65	0,76

**Tabla 2.3:** Categorías de Abonados de la CENTROSUR.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec>

### 2.3.1 Cálculo de la Demanda Máxima Unitaria.

#### Área urbana:

Para el área urbana se procedió a sacar un promedio del consumo específico (kWH-MES) del área en estudio y este resultado obtenido definirá la categoría en el cual el abonado típico de diseño se enmarca y orientará la determinación de la probable tasa de crecimiento en base a los valores de referencia que se presentan

<sup>5</sup> Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica A, Jaramillo M. y Durán 1989.

en la tabla 2.4. Este procedimiento se aplicará cuando haya un sistema existente y se pueda obtener el consumo específico de las plantillas, pero si es un sistema nuevo, el valor del consumo específico será de un sistema similar al que está en estudio.

CATEGORÍA	POTENCIA INSTALADA (kW)	CONSUMO ESPECÍFICO (kWh-mes)	TASAS DE CRECIMIENTO (%)
A	12 - 16	800 – 1800	1,75 – 1,25
B	8 - 12	400 - 800	2,25 – 1,75
C	6 - 8	200 – 400	2,75 – 2,25
D	5 - 6	125 – 200	3,25 – 2,75
E	4,5 - 5	75 – 125	3,75 – 3,25

**Tabla 2.4:** Abonados para el área urbana.

**Fuente:** Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica.

Los parámetros que constan en el cuadro anterior, permiten calcular el consumo específico proyectado por medio de la siguiente relación:

$$CE_p = CE \left( 1 + \frac{t}{100} \right)^n \quad \text{ecuación 2.5}$$

Donde:

$CE_p$  = Consumo específico proyectado (kWh - mes).

$CE$  = Consumo específico (kWh - mes).

$t$  = Tasa de crecimiento.

$n$  = Número de años.

La demanda máxima unitaria proyectada (DMUp) se calcula a través de la ecuación 2.6, que se obtiene de la correlación energía-potencia.

$$DMU_p(KVA) = \frac{CE_p}{1,67 + 0,26 * Ln(CE_p)} \quad \text{ecuación 2.6}$$

Donde:

$CE_p$  está dado en MWh/año

### Área rural:

Los abonados para el área rural han sido clasificados en tres categorías que constan en la tabla 2.5:

CATEGORÍA	CONSUMO ESPECÍFICO (kWH-mes)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
F	100 – 125	3,25 – 3,25
G	75 – 100	3,75 – 3,50
H	50 - 75	4,00 – 3,75

**Tabla 2.5:** Abonados para el área rural.

**Fuente:** Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica.

### 2.3.2 Cálculo de la Demanda de Diseño.

El valor de la demanda máxima a considerar para el dimensionamiento de la red, debe ser calculada para un punto dado, mediante la siguiente ecuación:

$$DM_p = DMU_p \times N \times f_{coin} \quad \text{ecuación 2.7}$$

Donde:

$DM_p$  = Demanda máxima coincidente en el punto dado.

$DMU_p$  = Demanda máxima unitaria proyectada.

$N$  = Número de abonados.

$f_{coin}$  = Factor de coincidencia.

Donde el factor de coincidencia es igual a:

$$f_{coin} = N^{-0,0944} \quad \text{ecuación 2.8}$$

Esta demanda corresponde al conjunto de abonados típicos y por lo tanto, deberán incorporarse además, en caso de incidir, la demanda de las cargas puntuales y de alumbrado público, consecuentemente:

$$DD = DM_p + AP + C_e \quad \text{ecuación 2.9}$$

Donde:

$DD$  = Demanda de diseño.

$DM_p$  = Demanda máxima en el punto dado.



AP = Cargas de alumbrado público.

C<sub>e</sub> = Cargas especiales.

## 2.4 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO NORTE AMBATO S.A. <sup>6</sup>

Para fines de diseño la Empresa Eléctrica Ambato, ha normalizado el siguiente procedimiento para el cálculo de la demanda.

### Descripción:

#### Primer Paso:

Se define la ubicación del usuario, y de acuerdo a la tabla 2.6, se determina la zona a la que pertenece.

ZONA	SECTOR
1	Miraflores, Ficoa
2	Ciudadelas España, Bellavista, El Recreo, Ingahurco Alto y Bajo, Atocha
3	Letamendi, Nuevo Ambato, Sector Tanques de CEPE, Quillan
4	El Tropezón, El Rosario, American Park, Pinllo
5	Los demás sectores alejados del centro de la ciudad.

**Tabla 2.6:** Sectores correspondientes a las zonas de las normas de la EEASA.

**Fuente:** Actualización de las guías de diseño de la EEASA.

#### Segundo Paso:

Una vez establecida la zona, el proyectista debe definir a partir de la tabla 2.7 la categoría del usuario a ser considerado en el diseño, tomando en cuenta las características como el área de lote y la posible área de construcción del usuario tipo.

<sup>6</sup> Actualización de las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A W., Salazar O. y Tisalema, Quito, 2002.



DETERMINACIÓN DEL TIPO DE USUARIO				
ZONAS	ÁREA DE LOTE M2	TIPO DE USUARIO POR ÁREA DE CONSTRUCCIÓN		
		C	B	A
1	0 a 100 101 a 200 201 o más	0 – 100	101 – 200 0 – 100	201 o más 100 o más 0 o más
2	0 a 150 151 a 300 301 o más	0 – 100	101 – 200 0 – 100	201 o más 101 o más 0 o más
3	0 a 200 201 a 400 401 o más	0 – 100	101 – 200 0 – 100	201 o más 101 o más 0 o más
4	0 a 250 251 a 500 501 o más	0 – 100	101 – 200 0 – 100	201 o más 101 o más 0 o más
5	0 a 300 301 a 600 601 o más	0 – 100	101 – 200 0 – 100	201 o más 101 o más 0 o más

**Tabla 2.7:** Determinación del tipo de usuario.

**Fuente:** Actualización de las guías de diseño de la EEASA.

### Tercer Paso:

Una vez definida la categoría de usuario representativo, se hace uso de la tabla 2.8, que muestra las demandas máximas unitarias para cada una de las categorías existentes.

CATEGORÍA	DEMANDA MÁXIMA UNITARIA (kVA)		
	ACTUAL	PROYECTADAS	
		10 AÑOS	15 AÑOS
A	5.7	6.6	7.2
B	3.6	4.9	5.8
C	2	3	3.7
D	1.2	2.2	2.9
E	0.7	1.5	2.2

**Tabla 2.8:** Demanda máxima unitaria para cada categoría.

**Fuente:** Actualización de las guías de diseño de la EEASA.

### Cuarto Paso:

Como complemento, de las guías de diseño se definen los valores de los factores de diversidad para cada n usuarios (Anexo A2.4), los cuales adjuntos a la información obtenida en los pasos anteriores permiten determinar la demanda diversificada para n usuarios, usando la ecuación.

$$D_{div} = \frac{DMUp * n}{f_{div}} \quad \text{ecuación 2.10}$$

Donde:

$D_{div}$  = Demanda diversificada para n usuarios.

$DMU_p$  = Demanda máxima unitaria proyectada.

n = Número de usuarios.

$f_{div}$  = Factor de diversidad, que depende de n.

## 2.5 MÉTODO DE LA UNEPER – INECEL.<sup>7</sup>

El Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), por medio de la Unidad Ejecutora del Programa Nacional de Electrificación Rural (UNEPER), ha establecido un conjunto de normativas para el diseño y construcción de las redes secundarias, enfocadas al sector rural.

Para la determinación de la demanda máxima diversificada se procede de la siguiente manera:

### Descripción:

#### 2.5.1 Clasificación de los Consumidores.

Los consumidores se agrupan por categorías, éstos en función de las características del área de influencia del proyecto y, a su vez, cada una de las categorías se dividen en clases, para tomar en consideración la tasa anual de incremento del número de consumidores, relacionado con la evolución de la población que determina la previsión del margen de reserva en la capacidad de líneas y transformadores.

#### 2.5.2 Definiciones de Categorías.

- **Categoría a:** consumidores localizados en áreas rurales marginales o en zonas que por las condiciones climáticas o de calidad del suelo, la producción es limitada o estacional.
- **Categoría b:** consumidores localizados en áreas que se encuentran en proceso de desarrollo, que disponen de vías de comunicación de segundo

<sup>7</sup> INECEL-UNEPER, "Normas para la Distribución Rural". Quito, 1980.

orden. Las características del área son favorables para la explotación agrícola y ganadera intensiva y para el asentamiento de nuevos pobladores.

- **Categoría c:** consumidores localizados en áreas próximas a los centros urbanos principales, que disponen de vías de comunicación de primer orden y de una infraestructura desarrollada en cuanto a servicios públicos. Las características del área permiten las actividades productivas diversificadas y continuas y son favorables para el desarrollo del intercambio comercial y la agro-industria.

### **2.5.3 Definiciones de Clases.**

La clase, indica la tasa de incremento anual de la población en el área del proyecto, establecido de los datos estadísticos disponibles, o eventuales, de la verificación de las condiciones existentes, aceptándose los siguientes rangos:

- Clase 1: tasa de crecimiento hasta el 2%
- Clase 2: tasa de incremento mayor al 2%

### **2.5.4 Valores de la Demanda.**

En el Anexo A2.5, A2.6, A2.7, A2.8, A2.9, A2.10, se tabulan los valores de la Demanda Máxima Diversificada (DMD), para un rango de uno a cien consumidores y para cada una de las categorías y clases: los valores se encuentran expresados en kVA, considerando para la carga un factor de potencia promedio de 0.90

### **2.5.5 Determinación del Tipo de consumidor.**

UNEPER, como resultado de la evaluación de los datos estadísticos y de la investigación sobre las características del área de proyecto, establecerá la categoría y la clase para el consumidor representativo, a ser considerado para propósitos de la determinación de los valores de la demanda.

### **2.5.6 Determinación de la Demanda de Diseño.**

El proyectista, previa la conformación de UNEPER, determinará la categoría y clase de consumidor y adoptará los valores de la demanda máxima unitaria correspondiente dadas en el anexo A2.5, A2.6, A2.7, A2.8, A2.9, A2.10.



**Periodo de diseño.**

Red primaria..... 15 años

Red secundaria y transformación..... 8 años

**2.6 MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL.**

Para determinar la demanda máxima unitaria la Empresa Eléctrica de Guayaquil emplea las fórmulas de REA (Rural Electrification Administration), tal como se presenta a continuación.

**2.6.1 Método REA (Rural Electrification Administration).<sup>8</sup>**

Para la estimación de la demanda, el método de la REA, emplea dos factores (A, B), que se basan en el número de kWh consumidos por mes y el número de consumidores.

**2.6.2 Cálculo de la Demanda en kW.**

Para calcular la demanda se pueden obtener dos factores determinados, que pueden ser denominados como A y B.

El factor A se puede encontrar a partir de la figura 2.1 y el factor B de la figura 2.2 en donde el producto de estos dos factores determinan la demanda diversificada para n consumidores y su consumo promedio.

<sup>8</sup> Herrera A., “Estudio del Factor de Carga para el Diseño Eléctrico de Edificios de Oficinas y Locales Comerciales del Sector Comercial en la Ciudad de Quito”. Tesis Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2007.



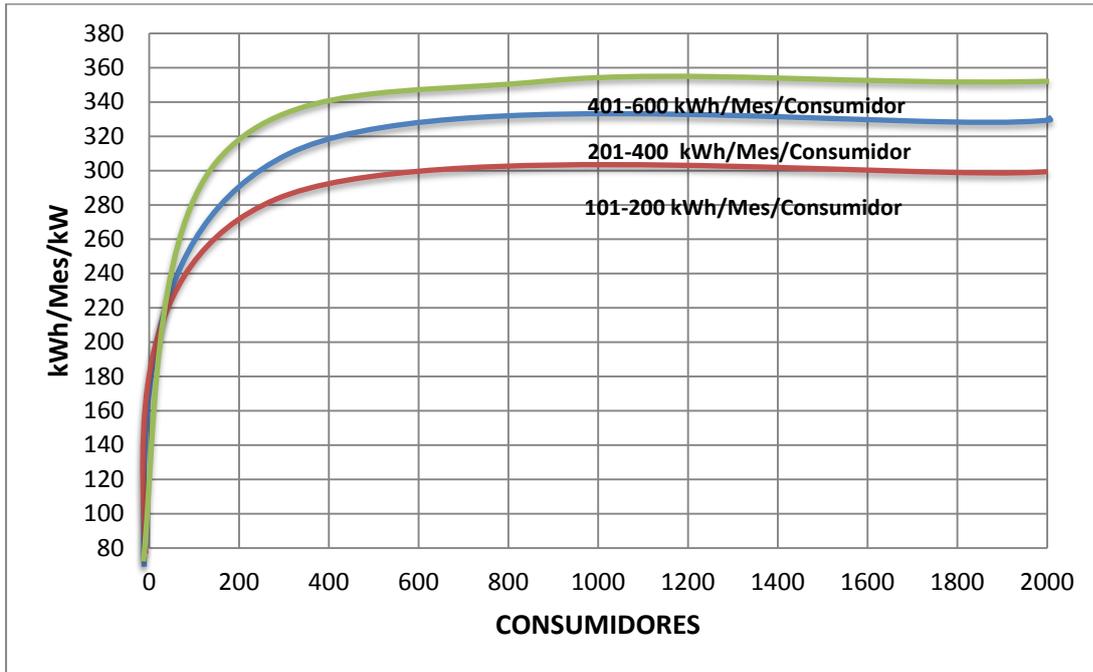


Fig. 2.1: kWh/mes/consumidor vs número de consumidores.

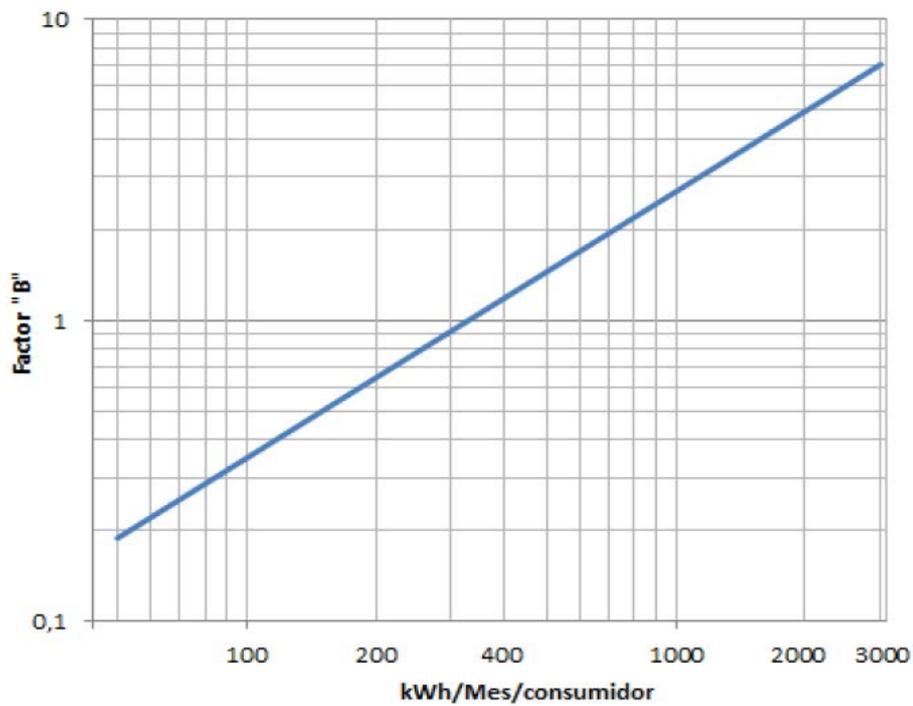


Fig. 2.2: Factor B.

El factor A refleja el mejoramiento de la diversidad debido al incremento en el número de consumidores y también puede ser evaluado a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Factor } A = N[1 - 0,4N + 0,4(N^2 + 40)^{0,5}] \quad \text{ecuación 2.11}$$

Donde:

Factor A = Factor de abonados.

N= Número de abonados.

A partir del Factor A se puede calcular el factor de diversidad y se expresa de la siguiente manera.

$$\text{factor de diversidad} = \frac{3.29 * N}{\text{Factor } A} \quad \text{ecuación 2.12}$$

Donde:

N= Número de abonados.

El factor B refleja el mejoramiento en el factor de carga con el incremento del uso de energía y es la demanda por consumidor que se espera en una S/E con diversidad máxima (más de 1400 consumidores), éste factor también puede ser calculado para cualquier valor de consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Factor } B = 0,005925(\text{kWH} / \text{mes} / \text{abonado})^{0,885} \quad \text{ecuación 2.13}$$

Donde:

Factor B = Demanda en kW de un abonado.

KWH/mes/abonado= Consumo de energía mensual por abonado.

Por lo tanto la demanda diversificada para n consumidores queda expresada en la siguiente ecuación:

$$\text{kWn} = \text{Factor } B * \text{Factor } A \quad \text{ecuación 2.14}$$

Donde:

$kW_n$  = Demanda en KW de “n” abonados.

Las ecuaciones no son exactas y sirven a partir de cinco consumidores, sin embargo se aproxima mucho a los valores de las curvas de la Fig 2.1.

## 2.7 MÉTODO DE LA CNEL (CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD) GUAYAS – LOS RÍOS.<sup>9</sup>

Para fines de diseño la CNEL Guayas- Los Ríos (Ex Empresa Eléctrica Guayas- Los Ríos), se ha encargado de hacer también los estudios de electrificación para estimar la demanda, y han elaborado un cuadro con valores estadísticos en base a experiencias ya realizadas de las plantillas de consumo mensual, en áreas establecidas (parte urbana), y los ha clasificado de la siguiente forma con sus respectivos valores:

CATEGORÍA Y CÓDIGO DE ÁREA	CONSUMO INICIAL kWh/Ab	TASA (kWh/Ab) (p.u.)	CONSUMO FINAL kWh/Ab	FC (factor de carga p.u.)
RESIDENCIAL				
RA	315	0.020	384	0.40
RMB	160	0.025	295	0.35
RB	156	0.020	190	0.30
COMERCIAL				
C	283	0.040	419	0.45
CR	204	0.035	268	0.40
INDUSTRIAL				
I	2188	0.050	3565	0.50

**Tabla 2.9:** Clasificación de los Consumidores.

**Fuente:** Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica.

Donde:

RA = Residencial alto.

RMB = Residencial medio bajo.

RB = Residencial bajo.

C = Comercial.

CR = Comercial residencial.

<sup>9</sup> Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica A, Jaramillo M. y Durán 1989.



I = Industrial.

Para estimar la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

$$KW = \frac{KWH/mes/Ab}{FC * \#horas} \quad \text{ecuación 2.15}$$

Donde:

KWH/mes/Ab = Consumo específico.

FC = Factor de carga.

KW = Demanda máxima unitaria en KW.

Para el área rural se sigue la metodología de UNEPER – INECEL.



## CAPÍTULO III

### LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

#### 3.1 PROGRAMA COCCIÓN EFICIENTE.

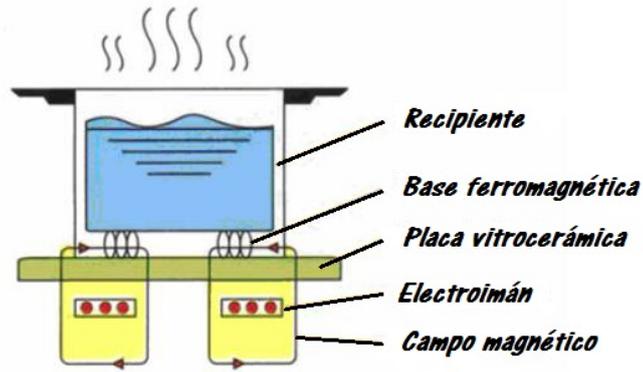
El cambio de la matriz energética producirá la migración del consumo de gas licuado de petróleo (GLP), en la estructura de consumo residencial, por energía eléctrica para la cocción de alimentos (cocinas de inducción), por lo que es fundamental analizar el impacto que ocasionará ésta carga a las redes de transmisión y distribución. En general el cambio de la matriz energética del país se sustenta en la gran oferta de generación de energía eléctrica, de fuentes renovables, se prevé una potencia aproximada de 2900 MW de oferta hidroeléctrica entre las principales centrales en construcción se tiene: Paute Sopladora, Toachi Pilatón, Manduriacu, Delsitanisagua, Quijos, Minas San Francisco y Coca Codo Sinclair<sup>10</sup>. Según datos del censo de población y vivienda realizada en noviembre de 2010, el 90,98% de los hogares ecuatorianos utilizan GLP para la cocción de alimentos, en el Azuay es del 93,1%<sup>11</sup>. Esta situación genera dependencia de un energético fósil importado y una importante salida de divisas al exterior que afecta la balanza comercial del país e impide utilizar esos recursos para el desarrollo nacional.

#### 3.2 EL PRINCIPIO DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN.

El calentamiento por inducción tiene sus principios en las leyes de la inducción magnética y del efecto joule, ya que determinados materiales al ser sometidos a campos electromagnéticos, absorben una parte de dicha energía y la transforman en calor, los materiales que cumplen con esta propiedad por lo general son los materiales metálicos, estos materiales poseen una buena conductividad eléctrica, permitiendo que exista una circulación interna de corrientes inducidas ó parásitas conocidas como Eddy Currents ó de Foucault y del ferromagnetismo que, gracias al mismo se produce el fenómeno de la denominada histéresis magnética.

<sup>10</sup> Determinación de la demanda de energía y potencia de cocinas eléctricas y análisis de su impacto en la curva de carga diaria del sistema nacional interconectado ecuatoriano período 2015-2022.

<sup>11</sup> Resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. INEC.



**Fig. 3.1:** Funcionamiento de la cocina de inducción.

**Fuente:** <http://explicaciones-simples.com/2013/11/18/cocinas-de-calentamiento-por-induccion/>

Estos dos fenómenos ocasionan que se transforme la energía del campo electromagnético en calor generado internamente en el material, prácticamente se da este fenómeno como sucede en los transformadores, donde el primario hace de inductor y el secundario de inducido, pero en el caso de una cocina de inducción, ésta hace de inductor y el recipiente de inducido.

El campo electromagnético es creado mediante una fuente de corriente de media/alta frecuencia, la cual es creada por los componentes electrónicos y un sistema inductor (bobinas).

Para establecer si una olla, sartén ó cazuela sirve para ser utilizadas con las cocinas de inducción, lo que se recomienda es que si en estos recipientes se pega un imán, los mismos sirven para éste propósito ó de lo contrario no, es decir los recipientes deben contener un material ferromagnético, al menos en la base para que puedan ser utilizados en las cocinas de inducción.

### 3.3 COCINAS DE INDUCCIÓN.<sup>12</sup>

Las cocinas de inducción magnética traerán consigo muchas reformas en los sistemas eléctricos de distribución del país ya que para ésta incorporación se deben realizar las siguientes adecuaciones:

<sup>12</sup> Metodología para determinar el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución.

- 1) Instalación del circuito para la cocina de inducción, con su debida protección termomagnética.
- 2) Sustitución de medidores monofásicos de dos hilos (120V) por monofásicos a tres hilos ó por bifásicos.
- 3) Cambio de acometidas por la sustitución de medidores
- 4) Readequación de las redes secundarias de energía.
- 5) Análisis de la cargabilidad en los transformadores de distribución.
- 6) Análisis-reforzamiento en los alimentadores primarios.
- 7) Análisis-reforzamiento ó construcción de nuevas subestaciones en media tensión.
- 8) Análisis de los sistemas de generación y de transmisión.

Las cocinas de inducción se caracterizan por consumir una cantidad menor de energía, ser rápida, segura y muy limpia.

### **3.4 TEORÍA DE MUESTREO.** <sup>13</sup>

El muestreo es una herramienta muy importante dentro de una investigación porque permite examinar y sacar conclusiones de toda una población ó universo. La importancia de una muestra es que debe ser representativa, si ésta va a ser usada para estimar las características de la población (confiabilidad, error, éxito ó fracaso). Existen numerosos métodos para seleccionar una muestra siendo los más comunes el muestreo simple, doble y múltiple.

#### **3.4.1 Muestreo Simple.**

Sirve para obtener una muestra, primero se numeran los elementos de la población y se seleccionan al azar los n elementos que debe contener la muestra, su tamaño debe ser lo suficientemente grande para extraer una conclusión.

#### **3.4.2 Muestreo Doble.**

Sirve cuando el resultado del estudio de la primera muestra no es decisivo, entonces una segunda muestra es extraída de la misma población. Las dos muestras son combinadas y analizados sus resultados. Si la primera muestra arroja un resultado definitivo, la segunda muestra ya no sería necesaria.

<sup>13</sup> <http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml>

### 3.4.3 Muestreo Múltiple.

El método es muy similar al muestreo doble, con la excepción de que el número de muestras requeridas para llegar a una decisión es más de dos.

### 3.4.4 Determinación del Número de Muestras.<sup>14</sup>

Para determinar el número de muestras el análisis se basa en el muestreo probabilístico.

Donde la muestra probabilística se definirá en los siguientes términos:

- Población: es el conjunto de todos los elementos, que se denota con la letra (N).
- Muestra: es el subconjunto de la población, denotada por la letra (n).
- Tamaño de la muestra

La fórmula para determinar el tamaño de la muestra se encuentra con la siguiente expresión:

$$n = \frac{s^2}{v^2} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

$s^2$  Es la varianza de la muestra.

$v^2$  Es la varianza poblacional.

La muestra (n) se puede ajustar si se conoce el tamaño de la población ó el universo de la siguiente manera:

$$n' = \frac{n}{1+n/N} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

$n'$  Es el tamaño de la muestra ajustada.

Para determinar el tamaño de la muestra es preciso conocer el tamaño de la población de los clientes de la CENTROSUR, específicamente de los clientes

<sup>14</sup> "DETERMINACIÓN DE LAS DEMANDAS MÁXIMAS UNITARIAS PARA EL SECTOR RURAL DE LA CIUDAD DE CUENCA" Gutierrez Alvarez Xavier, Campoverde Gerardo, Tesis, Cuenca – Ecuador 2002.



residenciales de la zona urbana del cantón Cuenca, los clientes urbanos son 95600, estos a enero de 2014.

Donde:

Población N = 95600 urbano.

Para obtener el consumo medio de la población del área urbana, se determinó el consumo promedio de todos los abonados.

Por lo tanto el consumo promedio de la población es: 148,86 KW/h

De acuerdo con la fórmula de la muestra se debe determinar la varianza de la muestra:

$$S^2 = p(1 - p) \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Donde:

$S^2$  Es la varianza de la muestra.

$p$  Es la probabilidad de ocurrencia de la media.

La probabilidad de ocurrencia ( $p$ ) es muy baja ocasionando que la varianza ( $S^2$ ) sea baja teniendo una muestra muy pequeña.

Para corregir éste inconveniente se encuentra la probabilidad de ocurrencia de un intervalo de la media, se consideró un intervalo de +15% de la media definiendo así el intervalo para la media:

Urbana: 148,86 KW/h intervalo de 127,39 a 172,33 KW/h

Dentro de éste intervalo se encontró la población correspondiente: 16622 clientes.

Por lo tanto la probabilidad de ocurrencia para la población es:

$$p = \frac{16622}{95600} = 0,17387$$

Donde la varianza de la muestra  $S^2$  para la población es:

$$S^2 = p(1 - p)$$



$$S^2 = 0,1738(1 - 0,1738)$$

$$S^2 = 0,1436$$

La varianza poblacional ( $V^2$ ) es igual al cuadrado del error estándar (Se), por lo que se asume un error estándar en este caso del 3%, éste error significa que la fluctuación promedio del estimado con respecto a los valores reales de la población no sea mayor a 0,03. Es decir que de 100 casos, 97 veces la predicción será la correcta.

Por lo tanto la varianza de la población es:

$$V^2 = Se^2 \quad \text{ecuación 3.4}$$

$$V^2 = (0,03)^2$$

$$V^2 = 0,0009$$

Con estos datos se puede encontrar el tamaño de cada muestra:

$$n = \frac{S^2}{V^2}$$

$$n = \frac{0,1436}{0,0009}$$

$$n = 159,599 \cong 160$$

Si se ajusta el tamaño de la muestra se tiene:

$$n' = \frac{n}{1 + n/N}$$

$$n' = \frac{160}{1 + \frac{160}{95600}}$$

$$n' = 159,73$$

Como se puede observar el tamaño de la muestra ajustada ( $n'$ ) con respecto al tamaño de la muestra ( $n$ ) no difiere ya que ésta es pequeña con relación al universo, por lo que la muestra para él análisis será de:

$n = 160$  clientes

Para este estudio se estratificó la muestra por que la totalidad de los abonados en la parte urbana se encuentran situados en 12 estratos de consumo de energía, esto en base a los historiales de consumo proporcionados por la CETROSUR.

Para determinar el tamaño de la muestra para cada estrato se procede de la siguiente manera:

Se determinará la fracción del estrato que se denotará como ( $fh$ ) y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$fh = \frac{n}{N} \quad \text{ecuación 3.5}$$

Donde para el área urbana es igual:

$$fh = \frac{160}{95600} = 0,001674$$

El total de la subpoblación se multiplica por ésta fracción con la finalidad de obtener el tamaño de la muestra de cada estrato de esta manera se presenta en la tabla 1, el tamaño de la subpoblaciones.

ÁREA URBANA					
	Estratos	Número de clientes	Porcentaje %	Fracción de estrato	Muestra por estrato
1	estrato 0-10	9225	9,64958159	0,00167364	15,43933054
2	estrato 11-20	2200	2,30125523	0,00167364	3,682008368
3	estrato 21-50	6321	6,611924686	0,00167364	10,5790795
4	estrato 51-80	9287	9,714435146	0,00167364	15,54309623
5	estrato 81-100	8155	8,530334728	0,00167364	13,64853556
6	estrato 101-120	8945	9,356694561	0,00167364	14,9707113
7	estrato 121-150	12065	12,62029289	0,00167364	20,19246862
8	estrato 151-200	15413	16,12238494	0,00167364	25,7958159
9	estrato 201-300	15472	16,18410042	0,00167364	25,89456067
10	estrato 301-500	6966	7,286610879	0,00167364	11,65857741
11	estrato 500-1000	1418	1,483263598	0,00167364	2,373221757
12	estrato > 1000	133	0,139121339	0,00167364	0,222594142
		95600	100		160

**Tabla 3.1:** Tamaño de la muestra para cada estrato en el área urbana.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Debido a que el estrato 1, 2 y 3 presentan niveles muy bajos de energía y que estas muestras afectarían en el análisis, se ha decidido unificarles en un sólo estrato, también se ha unificado al estrato 11 y 12 a continuación se presenta en la siguiente tabla la distribución final de los estratos.

ÁREA URBANA					
	Estratos	# de Clientes	Porcentaje	Fracción de estrato	Muestra por estrato
1	estrato 0-50	17746	18,56%	0,00502	29,7
2	estrato 51-80	9287	9,71%	0,00167	15,54
3	estrato 81-100	8155	8,53%	0,00167	13,64
4	estrato 101-120	8945	9,36%	0,00167	14,97
5	estrato 121-150	12065	12,62%	0,00167	20,19
6	estrato 151-200	15413	16,12%	0,00167	25,79
7	estrato 201-300	15472	16,18%	0,00167	25,89
8	estrato 301-500	6966	7,28%	0,00167	11,65
9	estrato 500-1000	1418	1,48%	0,00167	2,37
10	estrato > 1000	133	13,90%	0,00167	0,222
		95600	100		160

**Tabla 3.2:** Muestras para cada estrato en el área urbana.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.4.5 Distribución Geográfica de la Muestra.

La distribución geográfica de la muestra por parroquias se indica en el siguiente cuadro:

PARROQUIA	# DE MUESTRAS
HUAYNA CAPAC	10
SUCRE	12
CAÑARIBAMBA	13
EL BATAN	12
MACHANGARA	10
TOTORACOCHA	15
SAN SEBASTIAN	12
BELLAVISTA	9
MONAY	11
EL VECINO	10
SAN BLAS	10
EL SAGRARIO	8
YANUNCAY	13
GIL RAMIREZ D.	8
HERMANO MIGUEL	7

**Tabla 3.3: Ubicación geográfica de la muestra.**

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha tomado esta distribución para obtener una muestra más representativa dentro de la distribución de parroquias de la ciudad de Cuenca.

### 3.5 FORMULARIO DE LA ENCUESTA.

Se desarrolló un formulario para encuestas, cuyo objetivo primordial es obtener información respecto al consumo de electricidad, número de hornillas (consumo de GLP) y otras fuentes de acuerdo con sus usos.

El formulario contiene once preguntas con la siguiente información (Ver anexo 3.1):

- Dirección de la vivienda.
- Tamaño del grupo familiar.
- Parroquia.
- Código.
- Datos de la vivienda.
- Usos de la energía – Iluminación.

- Artefactos y usos de la energía.
- Artefactos y usos de la energía – cocción.
- Fuente de energía destinada para la cocción.
- Fuente de energía para el calentamiento del agua.
- Fuente de energía para la ducha.
- Número de personas que usan la ducha, tiempo promedio y veces al día.
- Artefacto para la cocción (horno), fuente de energía y su uso.
- Otras actividades en las que usan el GLP.
- Tipo de alimento que le toma más tiempo en cocerlo (más de una hora).
- Número de cilindros de GLP que usan en el mes.
- Información de cómo adquieren los cilindros de GLP.

### 3.5.1 Análisis de los Resultados de las Encuestas.

Las encuestas que se ingresaron fueron 160, la información fue procesada en Excel, las mismas que están debidamente identificadas, la organización de éstas se presenta a continuación:

**Nombre del archivo:** Resultados Total.xlsx

Libros	Contenido
<b>PARROQ.</b>	Parroquias de Cuenca, estratos y tipo de vivienda.
<b>PREG. 1</b>	
<b>Artefactos</b>	Información de los artefactos de la encuesta.
<b>Preguntas</b>	Contiene información de las preguntas 2 hasta la 11 con sus respectivas gráficas.
<b>Focos</b>	Contiene los horarios, número de focos utilizados y gráficas.
<b>Art. General</b>	Contiene los electrodomésticos descritos en la encuesta con sus respectivos horarios, número de artefactos y sus gráficas.
<b>Art. Cocina</b>	Contiene los artefactos descritos en la encuesta con sus respectivos horarios, el número total de ellos y sus gráficas.
<b>Para Graficar</b>	Contiene gráficas de la pregunta número 2.
<b>Gráficas</b>	Contiene gráficas de las preguntas 3, 4 y 7.

**Nombre del archivo:** Resultados Estratos.xlsx

Libros	Contenido
E1	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 1.
E2	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 2.
E3	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 3.
E4	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 4.
E5	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 5.
E6	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 6.
E7	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 7.
E8	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 8.
E9 y E10	Posee información de las preguntas 2 hasta la 11 con los resultados del estrato 9 y estrato 10.

**Tabla 3.4:** Identificación de archivos y su contenido.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.5.2 Análisis General de los Resultados.

Se analiza a continuación los resultados relacionados con la información de la vivienda (pregunta 1).

En el siguiente gráfico se observa que del total de las encuestas, la que tiene mayor representatividad es la tipo A, seguida de la tipo B, en el orden determinado.



**Fig. 3.2:** Tipo de vivienda.

**Fuente:** Resultados de las Encuestas.

### Iluminación.

El 64% de los focos son ahorradores de 20W, resta un margen de sustitución cercano del 35% de focos incandescentes principalmente el de 60W.

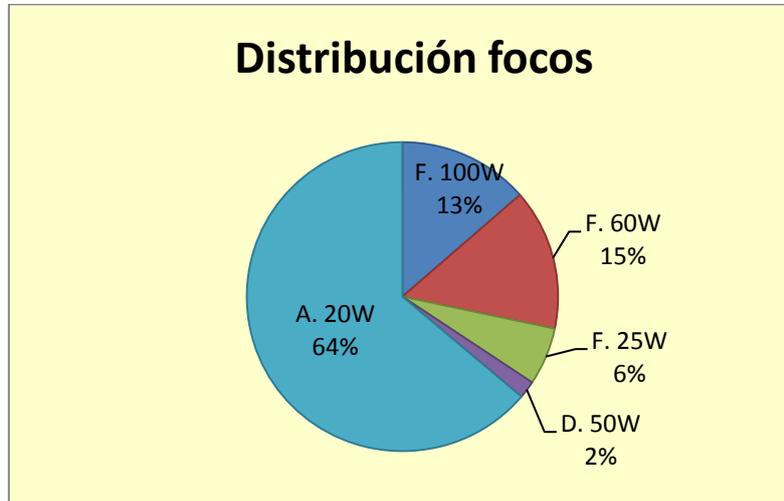


Fig. 3.3: Distribución de focos.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

Los horarios de uso de la energía en iluminación muestran horas de punta en general entre las 18:00 y las 22:00 horas, con un pico más pronunciado a las 20:00 horas, y además un pico pequeño por la mañana.

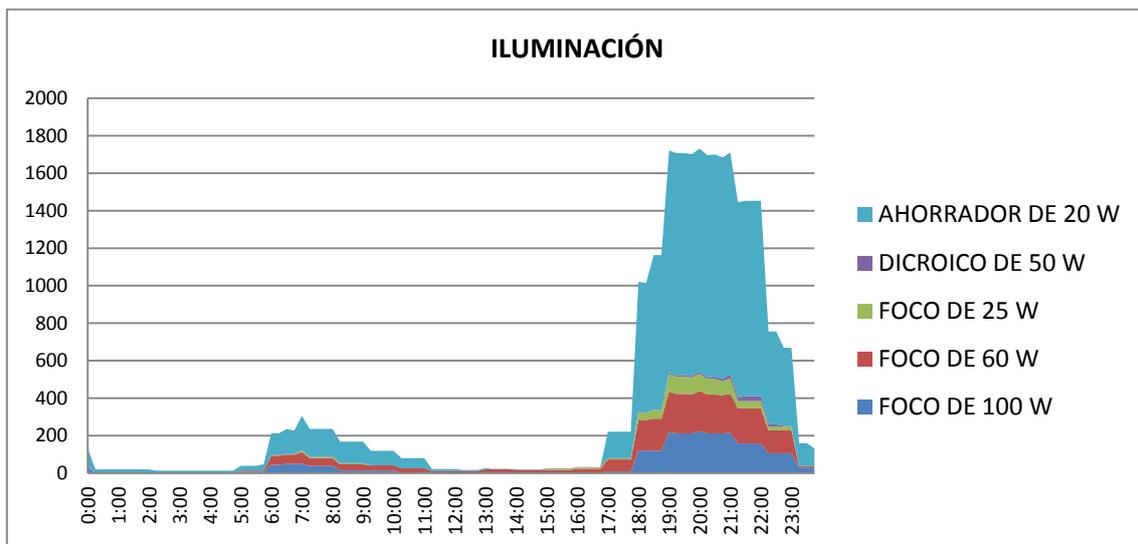


Fig. 3.4: Distribución de focos por uso horario.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Artefactos domésticos.

Dentro de este grupo están aquellos artefactos como: radiograbadora, equipo de sonido, lavadora, secadora de ropa, secadora de cabello, aspiradora, televisión y DVD.

La distribución de los resultados se los puede apreciar en el siguiente gráfico:

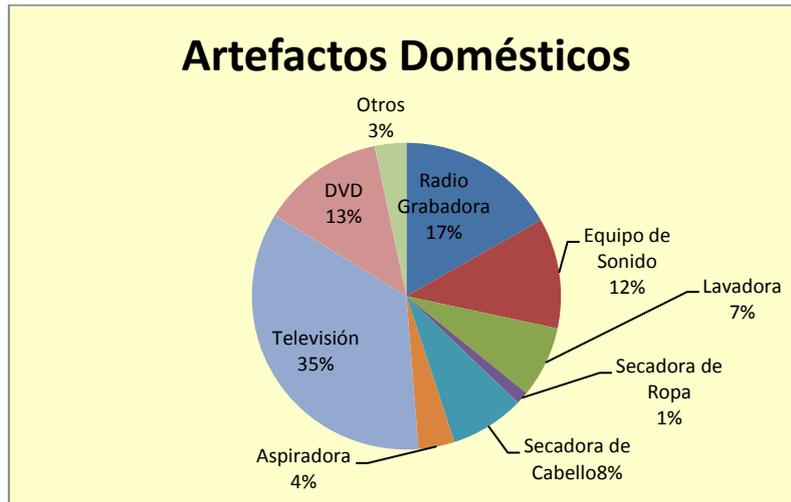


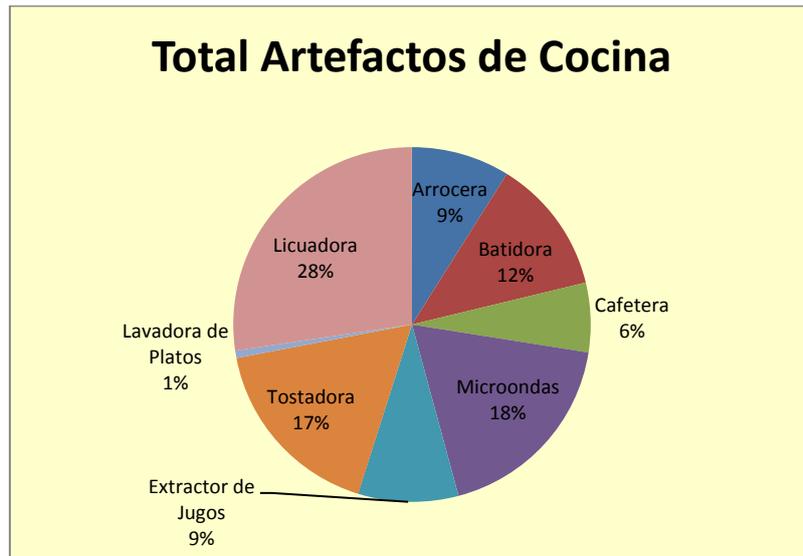
Fig. 3.5: Artefactos domésticos.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Artefactos usados en la cocina.

Los artefactos que están dentro de esta categoría son: arrocera, batidora, cafetera, microondas, extractor de jugos, tostadora, lavadora de platos, licuadora, otros.

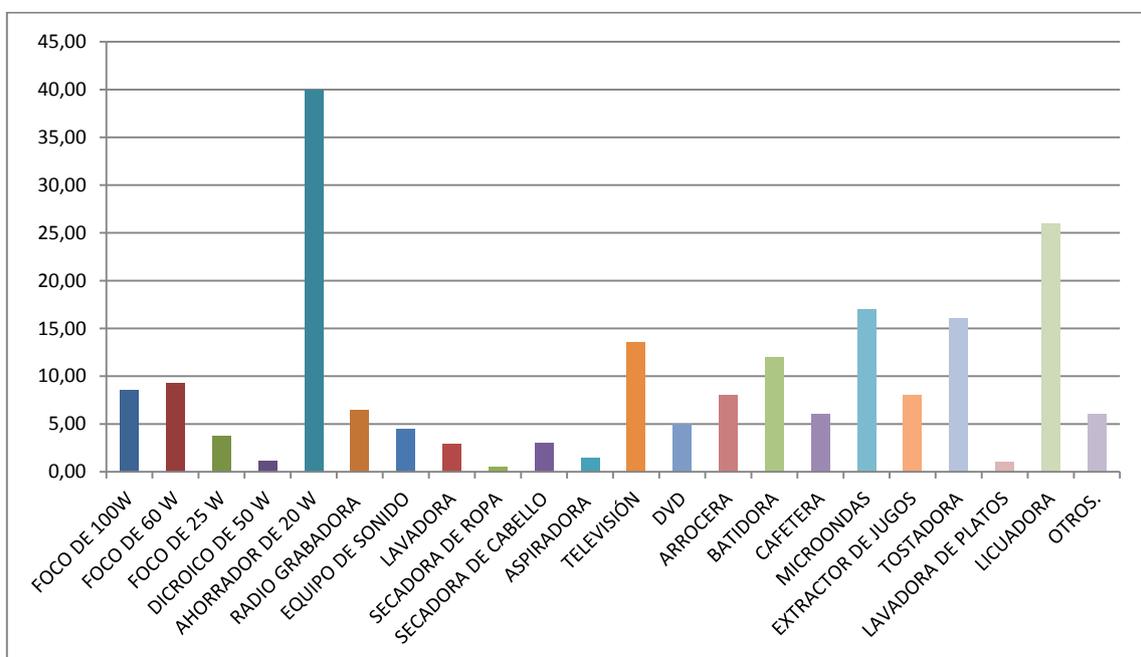
El resultado de estos artefactos se los puede observar a continuación:



**Fig. 3.6:** Total artefactos de cocina.

**Fuente:** Resultados de las Encuestas.

Una percepción mejor se puede tener en la siguiente fig. 3.7 donde se observa todos los artefactos, dentro de (Otros), se catalogan aquellos artefactos que no constan dentro de la encuesta como son: computador y sus accesorios, máquina de coser, etc.



**Fig. 3.7:** Total Artefactos

**Fuente:** Resultados de las Encuestas.

### Energía usada para la cocción.

En lo que respecta a la energía utilizada para la cocción se observa con claridad que casi el 100% lo realiza con gas, teniendo una mínima participación el uso de la energía eléctrica.

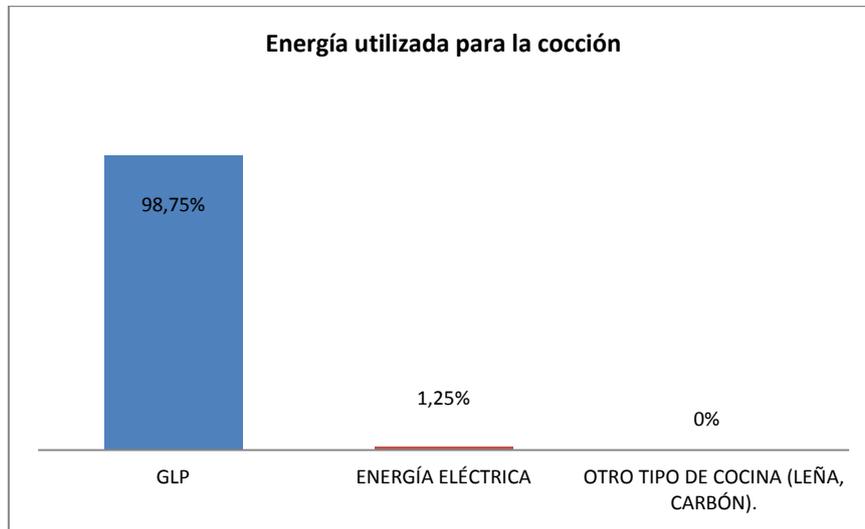


Fig. 3.8: Energía utilizada para la cocción.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

En lo que concierne al uso y la costumbre que tiene la población en el uso de las hornillas se puede observar los siguientes resultados.



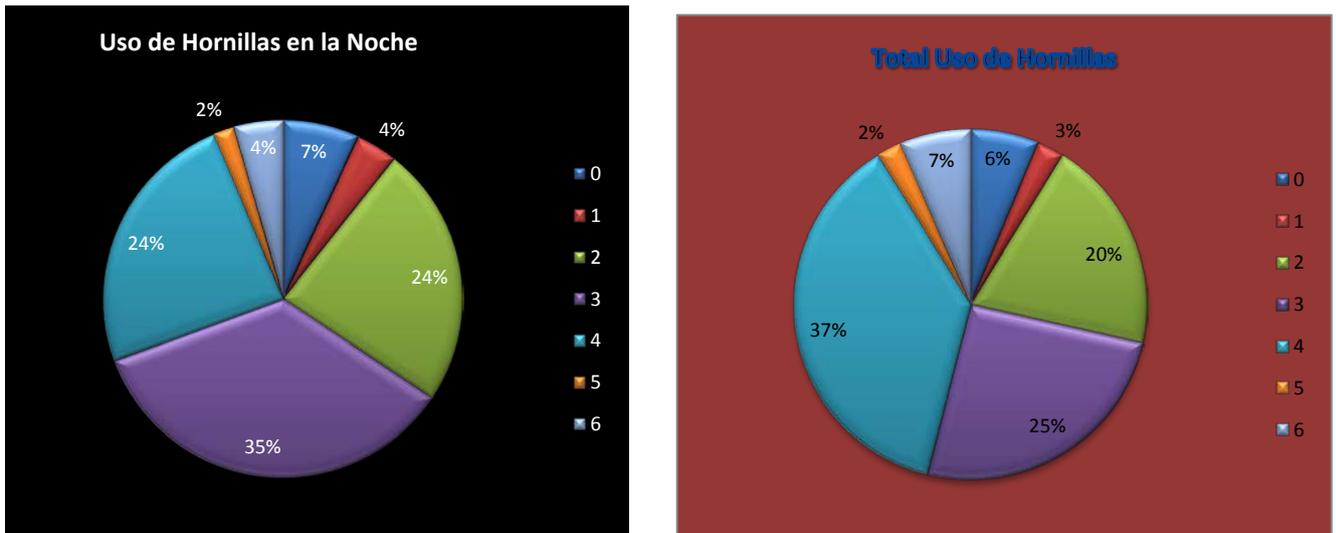


Fig. 3.9: Total uso de hornillas.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Energía usada para el calentamiento de agua.

En lo que hace referencia a la energía que se utiliza para el calentamiento del agua se observa que la principal fuente de energía es el gas, seguido por otras, como los calentadores solares y por último están los calentadores eléctricos.

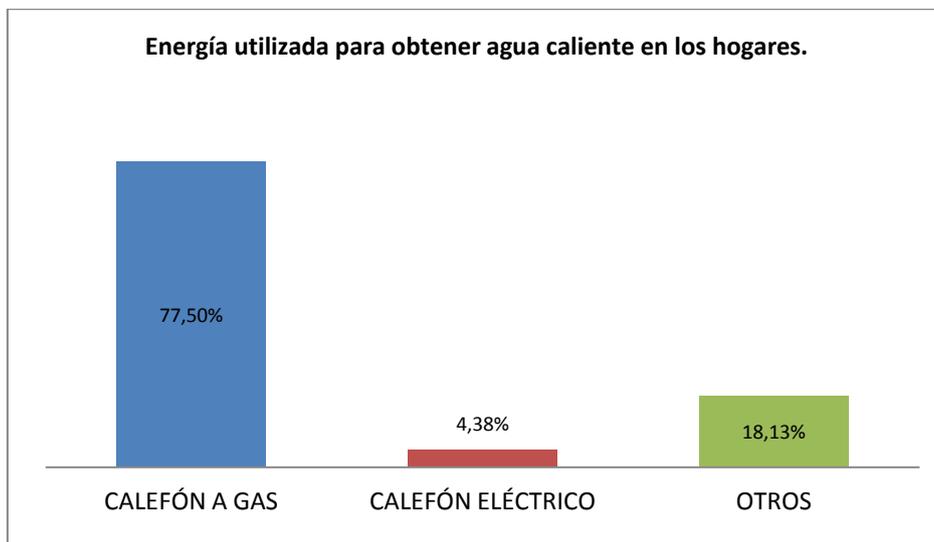
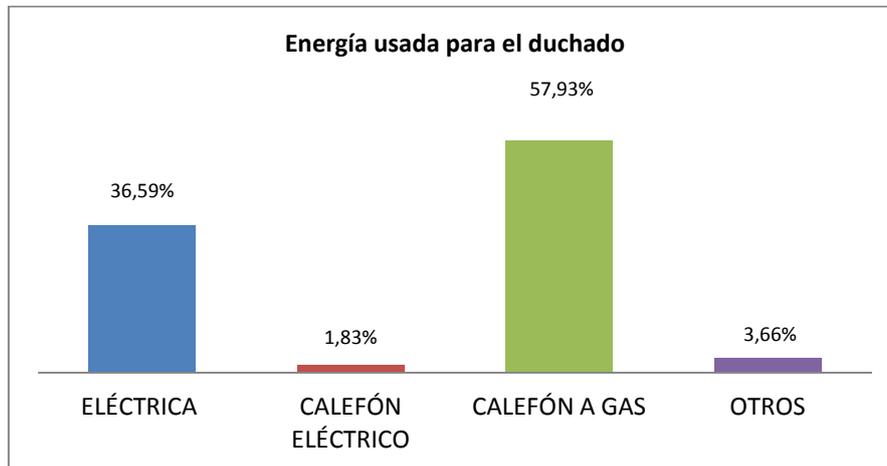


Fig. 3.10: Energía utilizada para obtener agua caliente en los hogares.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Energía usada para el duchado.

Un buen porcentaje de la población utiliza la ducha eléctrica como alternativa para obtener agua caliente para su baño, representando un 36,59% del total de las muestras.

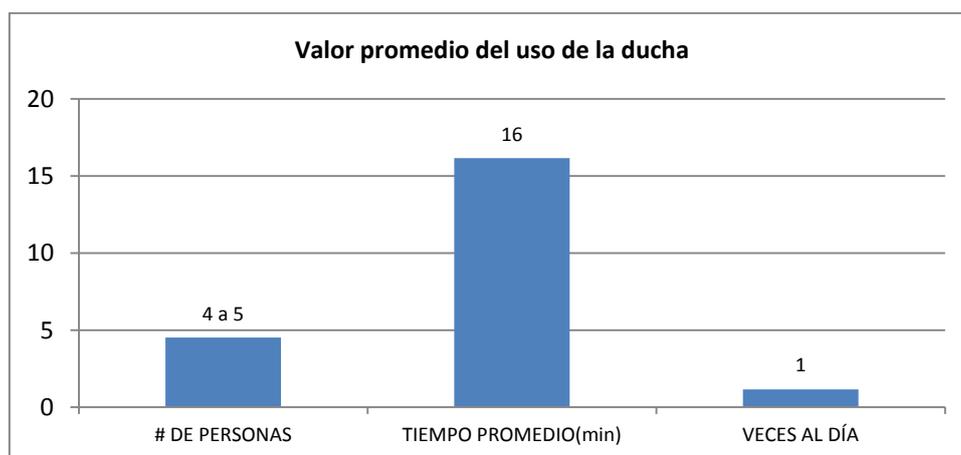


**Fig. 3.11:** Energía usada para el duchado.

**Fuente:** Resultados de las Encuestas.

### Número de personas que usan la ducha, tiempo promedio y veces al día.

En la fig. 3.11, se observa que la costumbre de la población cuencana en tiempo promedio de duchado es de 16 minutos, mientras que el número de personas que conforman el grupo familiar en promedio varía de 4 a 5.



**Fig. 3.12:** Valor promedio del uso de la ducha.

**Fuente:** Resultados de las Encuestas.

### Uso del horno.

En la mayoría de los hogares encuestados se observa que no poseen horno y en los hogares que lo poseen su utilización es mediante el GLP.

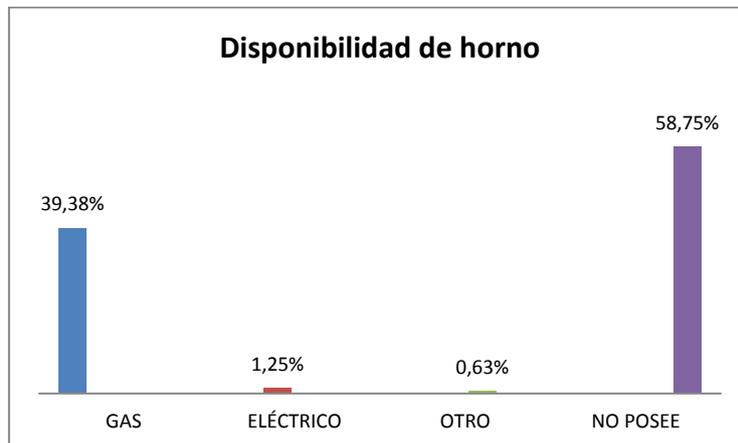


Fig. 3.13: Disponibilidad de horno.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Otras actividades de uso de GLP y energía eléctrica.

Dentro de las otras actividades no identificadas en la encuesta, se encuentran usos de otros artefactos como son: computador, plancha, celular, máquina de coser, video juegos, etc.

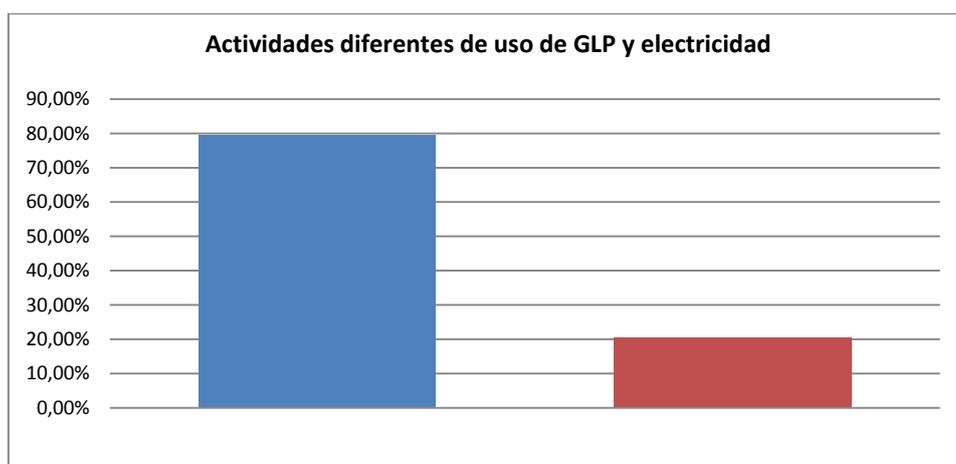


Fig. 3.14: Actividades diferentes de uso de GLP y electricidad.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Alimentos que requieren más de una hora para cocerlos.

Dentro de los alimentos más comunes y con mayor tiempo de cocción se tiene: el maíz, granos en general, carnes y alimentos especiales.

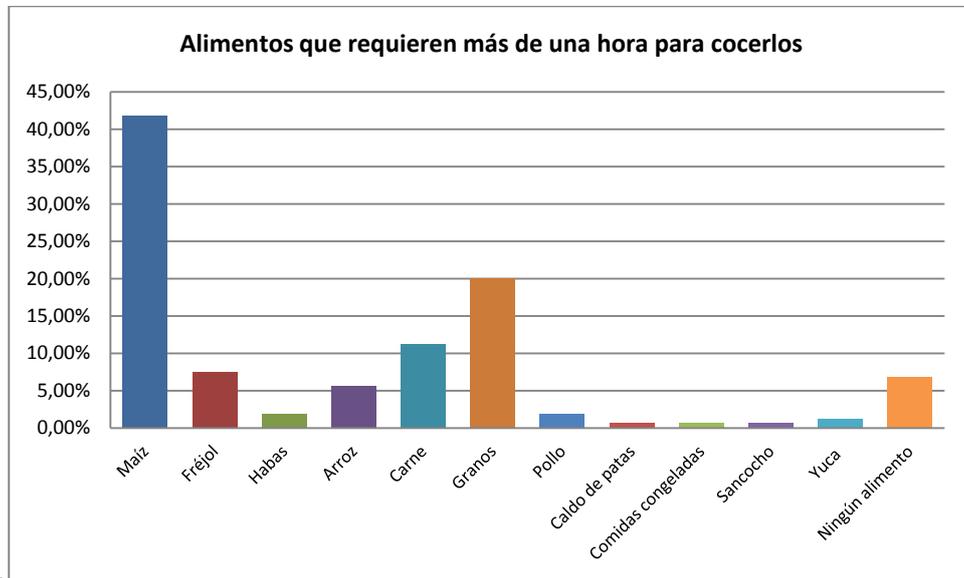


Fig. 3.15: Alimentos que requieran más de una hora para cocerlos.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Número de cilindros usados por hogar.

El uso de los cilindros de GLP en los hogares cuencanos en promedio es 1,4 al mes, teniendo mayor representación el uso de un cilindro como se observa en la siguiente figura:



Fig. 3.16: Usos de cilindros de GLP.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### Adquisición de los cilindros de GLP.

Se puede decir que la adquisición de los tanques de GLP no presenta mayor dificultad ya que estos se los adquiere con facilidad, como se puede observar a continuación.

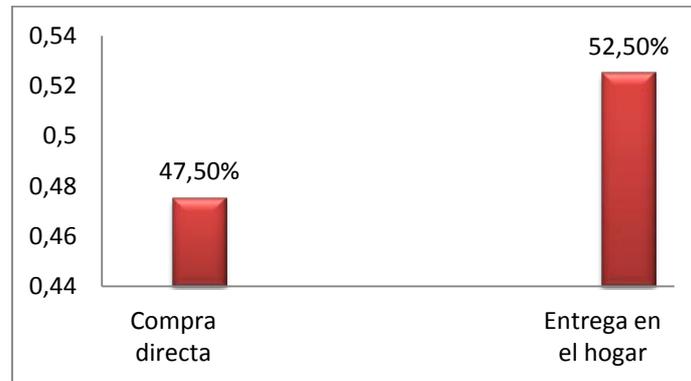


Fig. 3.17: Adquisición de los cilindros de GLP.

Fuente: Resultados de las Encuestas.

### 3.6 EQUIVALENTE ENERGÉTICO (kWh) DEL CILINDRO DE GLP<sup>15</sup>.

La demanda de energía mensual promedio por cocina, se obtiene del equivalente energético en kWh del producto entre el consumo mensual promedio del GLP por hogar y la relación entre las eficiencias de la cocción con GLP y con electricidad.

Para determinar la demanda de energía mensual de la cocina a inducción electromagnética se sigue los siguientes pasos:

1. Se determina el consumo promedio de cilindros de GLP utilizados al mes en la ciudad de Cuenca, este valor es igual a 1,42
2. Se obtiene el equivalente energético del cilindro de GLP de 15kg que es igual a 200,62 kWh, por lo tanto, el consumo mensual promedio por hogar en kWh resulta de:

$$1,42 \text{ Cil}_{15\text{kg}} \times 200,62 \text{ kWh/Cil}_{15\text{kg}} = 284,88 \text{ kWh}$$

3. Se determina la eficiencia de las cocinas tanto a GLP como a inducción electromagnética, donde determina los siguientes valores de eficiencia:

<sup>15</sup> Determinación de la demanda de energía y potencia de cocinas eléctricas y análisis de su impacto en la curva de carga diaria del sistema nacional interconectado ecuatoriano período 2015-2022.

**Eficiencia de la Cocina a GLP = 0,3987**

**Eficiencia de la Cocina de Inducción = 0,840**

**Desarrollo:**

Se determina la relación entre las eficiencias de la cocina de GLP y a electricidad que es igual a:

$$\frac{\eta_{GLP}}{\eta_{ELEC}} = \frac{0,3987}{0,840} = 0,474$$

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

$$284,88 \text{ kWh} \times 0,47 = 133,89 \text{ kWh}$$

Sobre lo expuesto, para determinar la demanda de energía debido a la incorporación de cocinas eléctricas, el presente estudio asume una demanda de energía mensual promedio por cocina de **134 kWh**.

### **3.7 CURVA DE USO HORARIO DE LA UTILIZACIÓN DE LAS COCINAS A GLP.**

Para obtener la curva de uso horario de cocinas a GLP, se realizó una curva diaria con un intervalo de 15 minutos, y se va ubicando los clientes de acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta de acuerdo a la hora que se utiliza la cocina, y el tiempo de utilización del artefacto, en la mañana, tarde y noche.

A continuación en la figura 3.18 se muestra el uso horario de la cocina a GLP de las 160 encuestas realizadas, en el Anexo A3.4 se muestra la tabla del número de usuarios que utilizan la cocina de GLP:



**Fig. 3.18:** Uso horario de la cocina a GLP de las encuestas realizadas.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Una vez ingresado todos los datos de las encuestas, se procede a multiplicar el valor obtenido por un factor de proporcionalidad<sup>16</sup>, cuyo valor es determinado por el número de clientes de la CENTROSUR dividido para el número de muestras obtenidas, se representa en la siguiente ecuación 3.6.

$$F = \frac{N}{n} \quad \text{ecuación 3.6}$$

Donde:

F= factor de proporcionalidad.

N = número de clientes.

n = número de muestras.

Con éste factor se hace un ajuste proporcional del número de clientes de la CENTROSUR en el área urbana de la ciudad de Cuenca que utilizan la cocina a GLP.

Aplicando la ecuación 3.6 tenemos:

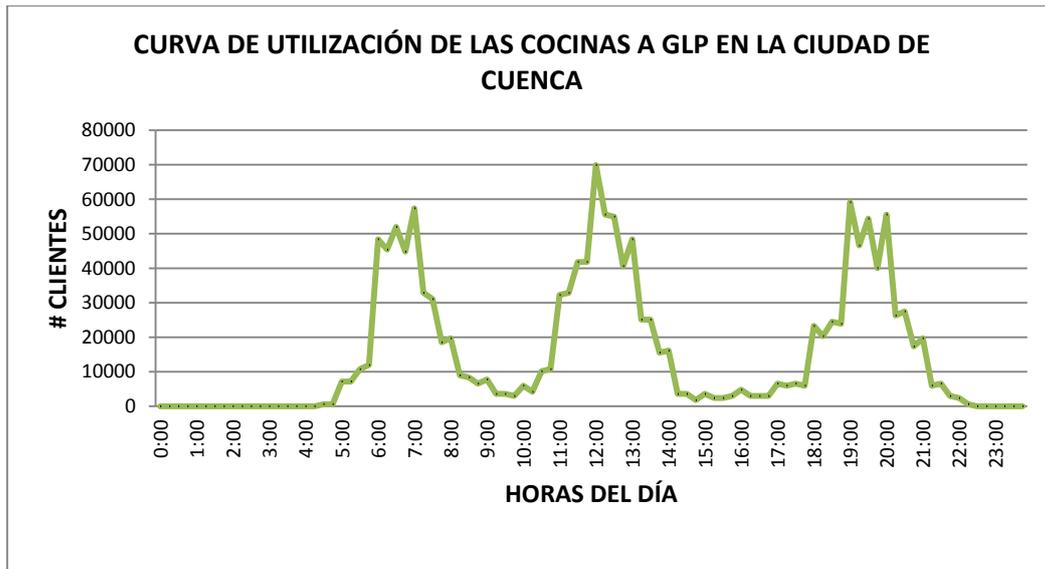
N= 95600, clientes residenciales de la CENTROSUR en la área urbana de la ciudad de Cuenca, datos de enero del 2014.

<sup>16</sup> Fórmula tomada del estudio "Impacto de implementación masiva de la Cocina de Inducción en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano, Xavier Serrano, Jorge Rojas.

n= 160, número de muestras realizadas.

$$F = \frac{N}{n} = \frac{95600}{160} = 597,5$$

En la figura 3.19 se muestra la curva de uso horario de las cocinas a GLP de los clientes residenciales de la CENTROSUR en el área urbana de la ciudad de Cuenca.



**Fig. 3.19:** Uso horario de la cocina a GLP de los clientes de la CENTROSUR en el área urbana de la ciudad de Cuenca.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.8 POTENCIA A INCREMENTARSE POR EL USO DE LAS COCINAS A INDUCCIÓN.

Para determinar la potencia a incrementarse por el uso de las cocinas a inducción, se tuvo presente el número de hornillas que se utilizan en cada intervalo de tiempo, también se consideró la potencia promedio de una cocina de inducción de cuatro quemadores. La potencia promedio que se obtuvo es de 1,4375 kW, el modelo de la cocina a inducción considerado para éste estudio es de la marca Indurama, en el Anexo A3.5 se muestra la ficha técnica.

Para obtener la potencia se procede a multiplicar el número de hornillas utilizadas en un tiempo específico por la potencia promedio de las hornillas, que se expresa de la siguiente forma:

$$P_i = N_h * P_h \quad \text{ecuación 3.7}$$

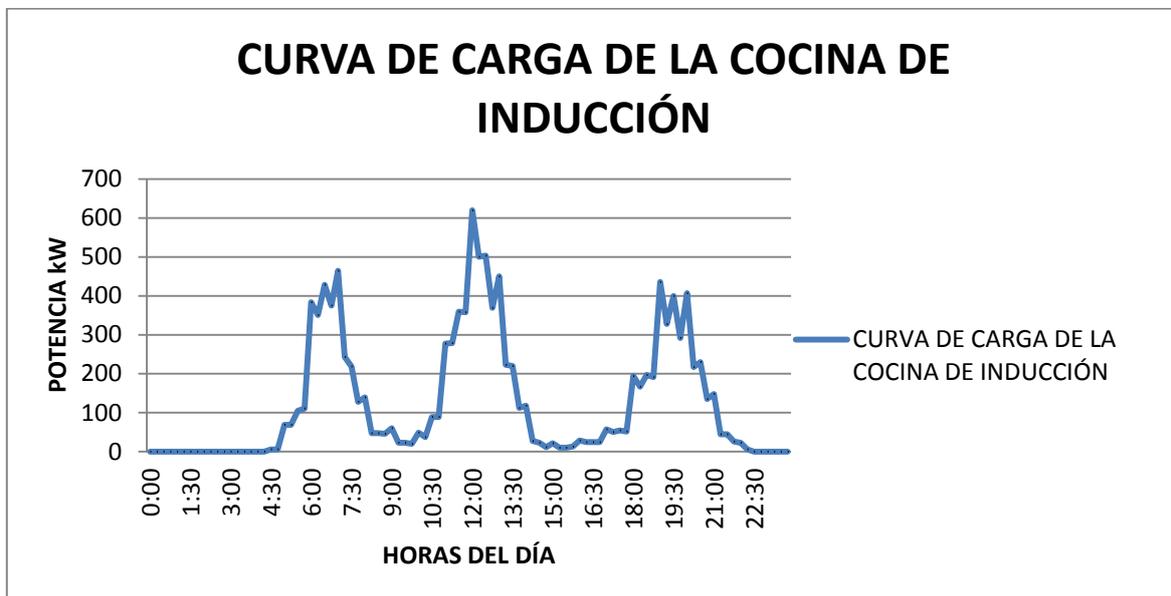
Donde:

$P_i$  = potencia consumida.

$N_h$  = número de hornillas.

$P_h$  = potencia promedio de las hornillas.

En la figura 3.20 se muestra la curva de la potencia por el uso de las cocinas de inducción en el área urbana de la ciudad de Cuenca, en el Anexo A3.6 se muestra la tabla de la potencia a incrementarse por el uso de la cocina de inducción:



**Fig. 3.20:** Potencia a incrementarse por el uso de las cocinas a inducción.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 3.20, existen tres picos de carga durante el día (desayuno, almuerzo, merienda), siendo el pico de la mañana a las 07h00, el pico de la tarde es el de mayor impacto, éste ocurre a las 12h00, y finalmente tenemos el pico de la noche, a las 19h00.

## CAPÍTULO IV

### PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

#### 4.1 INTRODUCCIÓN:

Para el análisis de la demanda máxima unitaria por la introducción de las cocinas a inducción, se utilizó como dato la cocina de inducción de la marca de INDURAMA que tiene las siguientes características:

Potencia de conexión eléctrica (W)	6400- 7200 W
Potencia del primer elemento calentador	1100 W
Potencia del segundo elemento calentador	1400 W
Potencia del tercer elemento calentador	1400 W
Potencia del cuarto elemento calentador	1850 W
TOTAL=	5750 W
PROMEDIO=	1437,50 W
PROMEDIO=	1,44 kW

**Tabla 4.1:** Potencia de la cocina de inducción.

Fuente : Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 4.1 la potencia instalada de la cocina de inducción es de 6,40 a 7,20 kW, y la suma total de cada elemento calentador nos da una potencia de 5,75 kW, y un promedio de 1,44 kW, con éste valor se realiza el cálculo para determinar el incremento en la demanda máxima unitaria por la introducción de las cocinas de inducción.

#### 4.2 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE COINCIDENCIA:

Para la determinación del factor de coincidencia se procede de la siguiente manera:

##### 4.2.1 Determinación del factor de coincidencia actual:

De los datos de las encuestas obtenidas se procedió a sacar la demanda máxima no coincidente (Anexo A4.1), luego se agrupó las encuestas de las siguiente forma: 1, 2,4, 10, 20, 40, 60, 160 usuarios, de estos datos agrupados se obtuvo la demanda máxima coincidente de cada grupo, el factor de coincidencia se calculó mediante la ecuación 1.9

$$f_{\text{coin}} = \frac{D_{\text{maxcoingrupo}}}{D_{\text{maxnecoin1}} + D_{\text{maxnecoin2}} + D_{\text{maxnecoin3}} \dots + D_{\text{maxnecoin}_n}} \leq 1 \quad \text{ecuación 1.9}$$

En la tabla 4.2 se tiene calculado los factores de coincidencia:

#usuarios	Factor de coincidencia cocina de inducción
1	1
2	0,9270
3	0,8753
4	0,8355
5	0,7898
6	0,7869
7	0,7790
8	0,7670
9	0,7490
10	0,7480
20	0,7076
40	0,6825
60	0,6808
80	0,6797
100	0,6793
120	0,6785
140	0,6774
160	0,6744

**Tabla 4.2:** Factor de coincidencia de las cocinas de inducción.  
**Fuente :** Elaboración Propia.

A continuación se grafica el factor de coincidencia en función del número de usuarios como se muestra en la Fig. 4.1

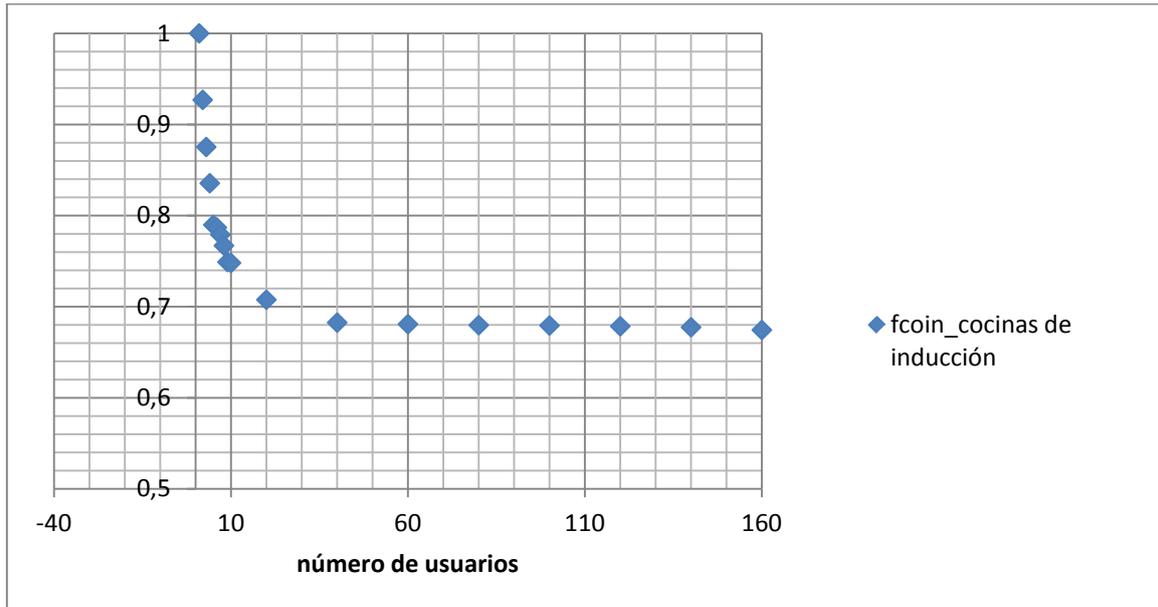


Fig. 4.1: Curva del factor de coincidencia de las cocinas de inducción.

Fuente : Elaboración Propia.

Una vez graficado el factor de coincidencia en función de los usuarios, se procede a realizar un reajuste de la curva del factor de coincidencia, mediante matlab, utilizando la herramienta “cftool” (curve fitting tool), donde x representa el número de usuarios, en la fig 4.2 se presenta el ajuste de curva del factor de coincidencia.

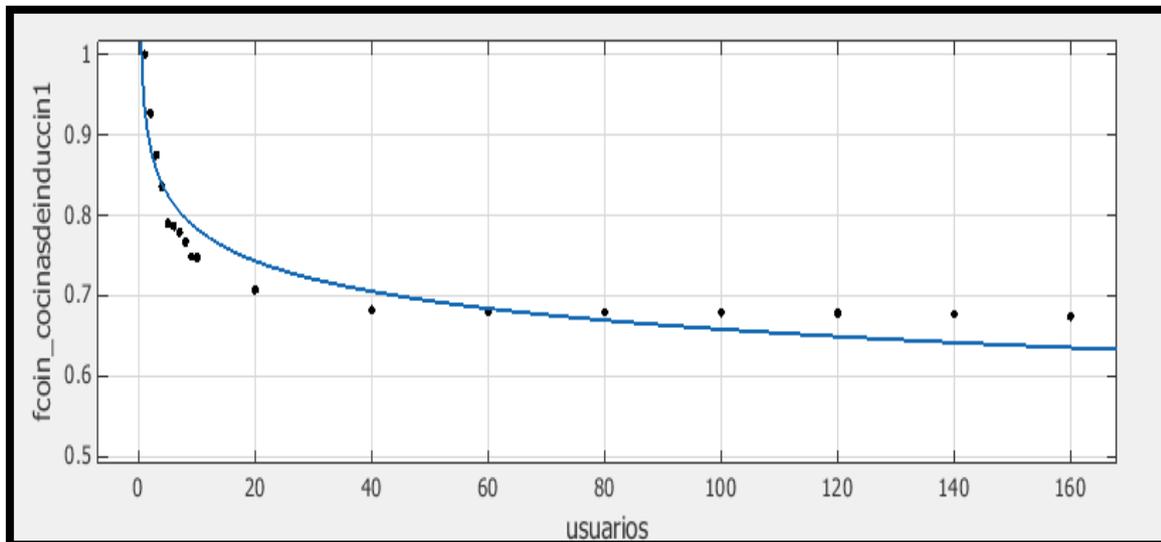
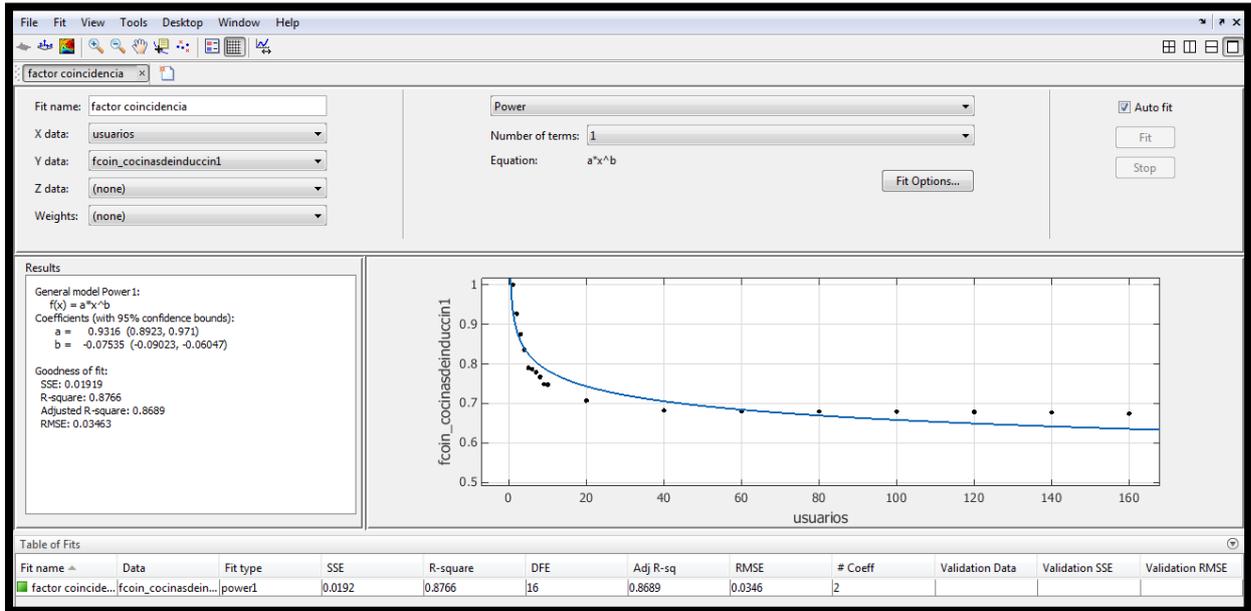


Fig. 4.2: Curva de ajuste del factor de coincidencia de las cocinas de inducción, graficada en MATLAB.

Fuente: Elaboración Propia.



**Fig. 4.3:** Curva de ajuste del factor de coincidencia de las cocinas de inducción, graficada en MATLAB.

**Fuente :** Elaboración Propia.

Para este ajuste se elige la curva de la potencia, es decir aquella de la forma  $Ax^B$ .

Donde se determinó los siguientes parámetros:

$$A=0,93$$

$$B= - 0,07535$$

Para no tener un sobredimensionamiento en el cálculo del transformador, el parámetro  $A=1,068$  se hace igual a 1, y queda de la siguiente manera:

$$A\cong 1$$

$$B= -0,07576$$

Entonces se tiene el factor de coincidencia igual a:

$$f_{coin} = N^{-0,07535}$$

Para poder tener una mejor apreciación de los resultados obtenidos del factor de coincidencia se le ha multiplicado el número de abonados por el factor de coincidencia obteniendo:

$$f_{coin} = N * N^{-0,07535}$$

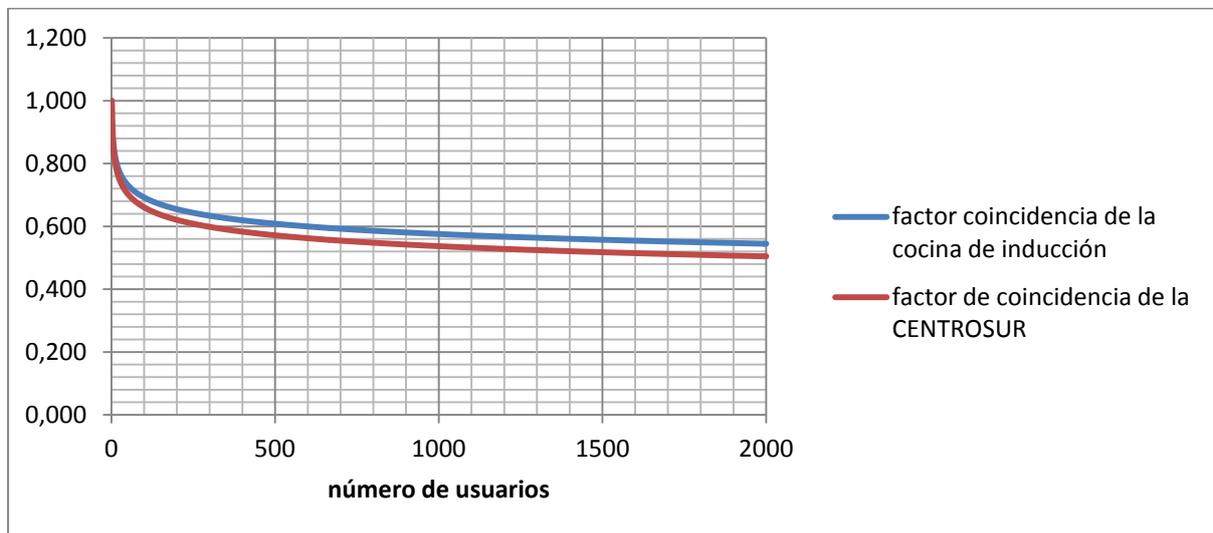
Por lo tanto tenemos:

$$f_{coin} = N^{0,92}$$

Donde:

N = número de usuarios.

A continuación en la fig.4.4 se tiene graficado el factor de coincidencia de la CENTROSUR y el factor de coincidencia de las cocinas de inducción, para 2000 usuarios.



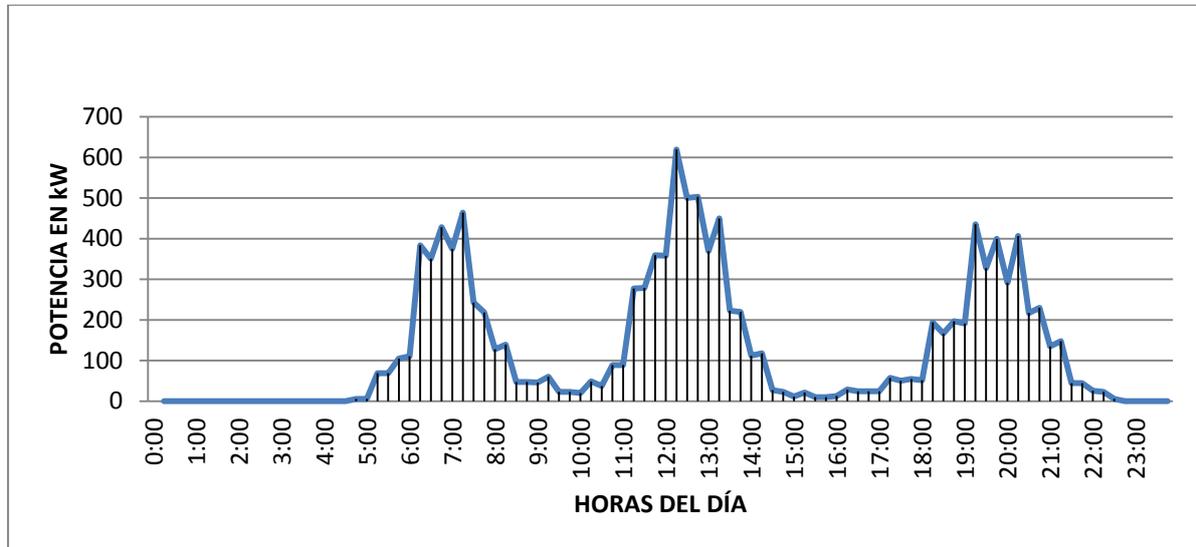
**Fig. 4.4:** Gráfica del factor de coincidencia de la CENTROSUR y del factor de coincidencia de la cocina de inducción.

**Fuente :** Elaboración Propia.

### 4.3 CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN.

A continuación en la fig. 4.5 se presenta la curva de carga de la cocina de inducción.

**Curva de carga de la cocina de inducción:**



**Fig. 4.5:** Curva característica de la demanda máxima de la cocina de inducción.

**Fuente :** Elaboración Propia.

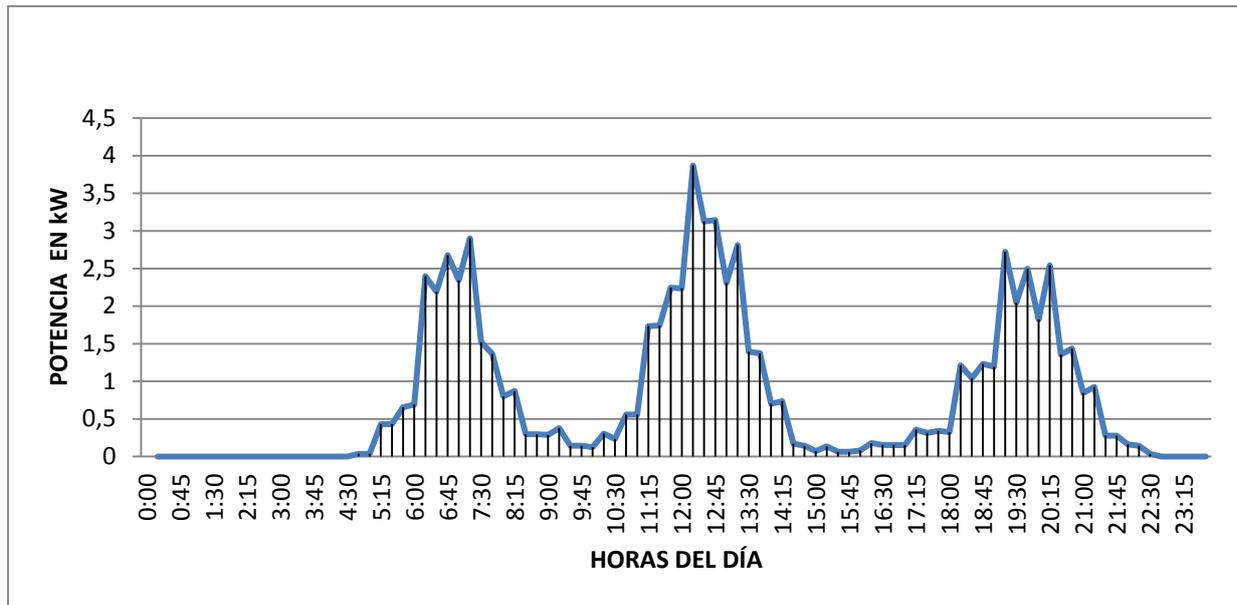
En la tabla 4.3 se presenta los valores picos de la demanda máxima unitaria y la energía consumida por la cocina de inducción.

<b>DEMANDA MÁXIMA Y ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN</b>		
<b>Clientes</b>	<b>Demanda Máxima a las 19:00 (kW)</b>	<b>Demanda máxima a las 12:00 (kW)</b>
160	435,56 kW	619,56 kW
	<b>Energía (kWh-día)</b>	<b>Energía (kWh-mes)</b>
	2386,82	71604,60

**Tabla 4.3:** Demanda Máxima y Energía de las Cocinas de Inducción.

**Fuente :** Elaboración Propia.

**Promedio de la curva de carga de la cocina de inducción:**



**Fig. 4.6:** Curva característica de la demanda máxima promedio de la cocina de inducción.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 4.4 se presenta el promedio de los valores picos de la demanda máxima unitaria y la energía consumida por la cocina de inducción.

<b>DEMANDA MÁXIMA Y ENERGÍA PROMEDIO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN</b>		
Clientes	<b>Demanda máxima a las 19:00 (kW)</b>	<b>Demanda máxima a las 12:00 (kW)</b>
160	2,72 kW	3,87 kW
	<b>Energía (kWh-día)</b>	<b>Energía (kWh-mes)</b>
	14,92	447,53

**Tabla 4.4:** Demanda Máxima y Energía promedio de las cocinas de inducción.

**Fuente :** Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 4.6, existen tres picos de carga durante el día que corresponden al tiempo dedicado para la preparación de las tres comidas diarias (desayuno, almuerzo, merienda), siendo el pico de la mañana a las 07h00 que es de 2,90 kW, el pico de la tarde es el del mayor impacto, éste ocurre a las 12h00 que contribuye con 3,87 kW, y finalmente tenemos el pico de la noche, a las 19h00 que aporta con 2,87 kW.

El valor pico que ocurre a las 19h00 que es de 2,87, este valor es el incremento que va a tener la demanda máxima unitaria durante el periodo de máxima solicitud (19 a 21 horas).

De acuerdo a la tabla 4.4 el consumo de energía diario de la cocina de inducción es de 14,92 kWh.

#### 4.3.1 Ajuste de la curva de carga de la Cocina de Inducción.

Para realizar este ajuste se hizo un nuevo levantamiento de las costumbres de cocción en el área urbana de la ciudad de Cuenca. Los nuevos resultados obtenidos de la demanda máxima (Anexo A4.2) de la cocina de inducción estaban en el rango correcto de potencia, en el Anexo A4.3 se muestra el esquema de la encuesta para determinar las costumbres de cocción.

A continuación en la fig. 4.7 se presenta la curva de carga de la cocina de inducción.

#### Curva de carga de la cocina de inducción (Ajuste):

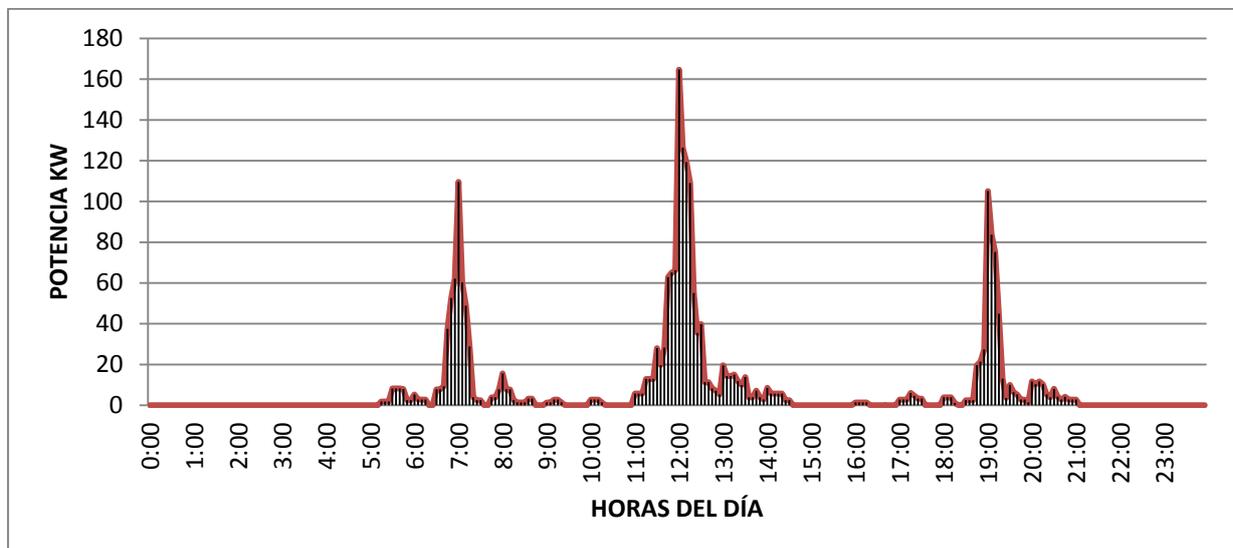


Fig. 4.7: Curva Característica de la Demanda Máxima de las Cocinas de Inducción (Ajuste).

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 4.6 se presenta los valores picos de la demanda máxima unitaria y la energía consumida por la cocina de inducción.

DEMANDA MÁXIMA Y ENERGÍA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN (AJUSTE)		
Clientes	Demanda Máxima a las 19:00 (kW)	Demanda Máxima a las 12:00 (kW)
50	105,10 kW	164,70 kW
	Energía (kWh-día) 191,83	Energía (kWh-mes) 5754,90

Tabla 4.5: Demanda Máxima y Energía de las Cocinas de Inducción(Ajuste).

Fuente: Elaboración Propia.

**Promedio de la curva de carga de la cocina de inducción (Ajuste):**

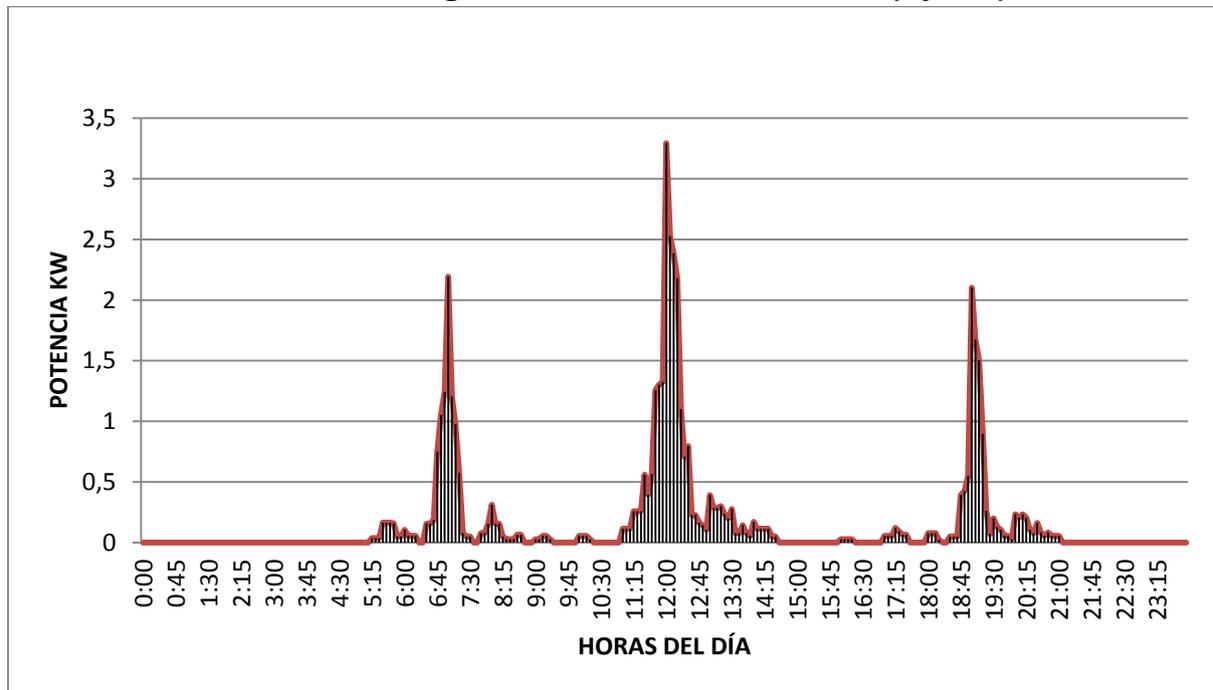


Fig. 4.8: Curva característica de la demanda máxima promedio de las cocinas de inducción(Ajuste).

Fuente : Elaboración Propia.

En la tabla 4.6 se presenta el promedio de los valores picos de la demanda máxima unitaria y la energía consumida por la cocina de inducción.

<b>DEMANDA MÁXIMA Y ENERGÍA PROMEDIO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN (AJUSTE)</b>		
<b>Clientes</b>	<b>Demanda Máxima a las 19:00 (kW)</b>	<b>Demanda Máxima a las 12:00 (kW)</b>
50	2,10 kW	3,29 kW
	<b>Energía (kWh-día)</b>	<b>Energía (kWh-mes)</b>
	3,84	115,09

**Tabla 4.6:** Demanda Máxima y Energía promedio de las Cocinas de Inducción(Ajuste).  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 4.8, existen tres picos de carga durante el día que corresponden al tiempo dedicado para la preparación de las tres comidas diarias (desayuno, almuerzo, merienda), siendo el pico de la mañana a las 07h00 que es de 2,19 kW, el pico de la tarde es el del mayor impacto, éste ocurre a las 12h00 que contribuye con 3,29 kW, y finalmente tenemos el pico de la noche, a las 19h00 que aporta con 2,10 kW.

De acuerdo a la tabla 4.7 el consumo de energía diario de la cocina de inducción es de 3,84 kWh.

A continuación exponemos un cuadro de resumen entre los valores de demanda máxima promedio original (50 encuestas original) y demanda máxima promedio del ajuste (50 encuestas ajuste), obtenidos en la presente investigación:

<b>CURVA ORIGINAL</b>	<b>CURVA DE AJUSTE</b>		
<b>DMAX (kW) 19h00</b>	<b>DMAX (kW) 19h00</b>	<b>DIFERENCIA (kW)</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
2,22	2,10	0,12	5,41
<b>ENERGÍA (kWh-día)</b>	<b>ENERGÍA (kWh-día)</b>	<b>DIFERENCIA (kWh-día)</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
13,21	3,84	9,38	71,00

**Tabla 4.7:** Diferencia porcentual entre demandas máximas y energía promedios.  
Fuente: Elaboración Propia.

Al comparar los resultados en la tabla 4.7 de la demanda máxima que ocurre a las 19h00, la diferencia es de 0,12 kW que presenta un error de 5,41%, éste error tiene un rango aceptable.

En cambio al comparar los resultados del consumo diario de la energía, se tiene una diferencia de 9,38 kWh-día que representa un error del 71,00%, ésto se debe a las nuevas preguntas (Anexo A4.1) para realizar el ajuste fueron mas detalladas en el tiempo y la utilización de cada hornilla de la cocina de GLP.

Por lo tanto los datos para determinar la DMU por categorías (A, B, C, D, E), son los nuevos valores de la curva de carga de la cocina de inducción, ya que estos valores se ajustan más a la realidad.

$$\mathbf{DMAX \ A \ LAS \ 19H00= 2,10 \ kW}$$

$$\mathbf{ENERGÍA-DÍA = 3,84 \ kWh-día}$$

#### **4.4 DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA PROMEDIO.**

Para obtener la demanda máxima diversificada promedio se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$D_{maxdiv} = D_{max} * f_{coin} \quad \mathbf{ecuación \ 4.1}$$

Donde:

$D_{maxdiv}$ =Demanda máxima diversificada promedio

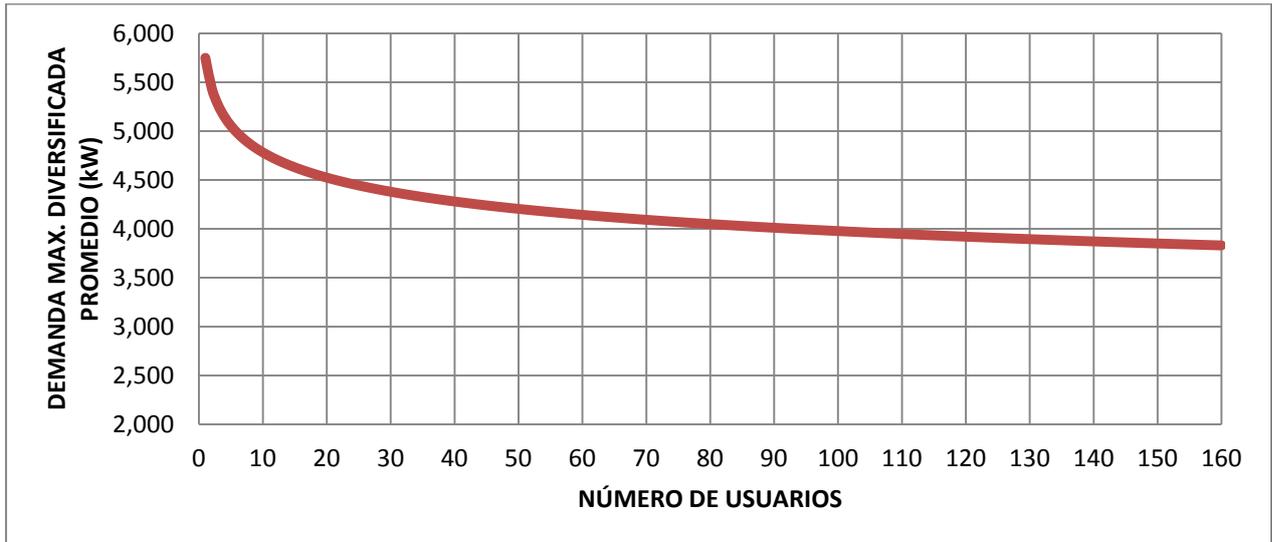
$D_{max}$ = Demanda máxima

$f_{coin}$ = Factor de coincidencia

Donde el factor de coincidencia para las cocinas de inducción obtenida en la presente investigación es igual a:

$$f_{coin} = N^{-0,07535}$$

En la Figura 4.9, se puede obtener la demanda máxima diversificada promedio en kW para un grupo de hasta 160 cocinas, en el Anexo A4.4 se muestra la tabla de la demanda diversificada en función del número de usuarios.



**Fig. 4.9:** Curva característica de la demanda máxima diversificada promedio de las cocinas de inducción.

**Fuente:** Elaboración Propia.

La demanda máxima diversificada promedio inicial es de 5,75 kW, como se puede observar en la Figura 4.9, a medida que van ingresando cargas, la demanda máxima diversificada promedio disminuye, describiendo un comportamiento exponencial asintótico<sup>17</sup>. Para 160 usuarios, se proyecta la curva y se estima una demanda máxima diversificada promedio de 3,92kW.

#### **4.5 CLASIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS (A, B, C, D, E) POR RANGO DE CONSUMOS DE ENERGÍA.**

Para el área urbana se procedió a sacar un promedio del consumo de la energía (kWh-mes) y este resultado obtenido definirá la categoría en el cual el abonado típico se enmarca, estos resultados se presentan en la tabla 4.8, estos datos fueron obtenidos por el Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación de la CENTROSUR.

<sup>17</sup> Determinación de la Demanda de Energía y Potencia de Cocinas Eléctricas y Análisis de su impacto en la Curva de Carga Diaria del Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano. período 2015-2022

CATEGORÍA	RANGO CONSUMO (kWh-mes)
A	501 +
B	201-500
C	111-200
D	51-110
E	1-50

**Tabla 4.8:** Rango de consumo de energía (kWh-mes) por categorías(A, B, C, D, E)  
**Fuente:** Elaboración Propia.

#### 4.5.1 Demanda Máxima Unitaria de las Categorías (A, B, C, D, E).

Para obtener la DMU por la introducción de las cocinas de inducción para las diferentes categorías (A, B, C, D, E), se utilizó los datos de las encuestas realizadas, a continuación se realizó el análisis de curva de carga para cada categoría, en el Anexo A4.5 se tiene la curva de carga promedio para cada una de las categorías, en la tabla 4.9 se presenta la DMU de cada categoría.

Para obtener la demanda máxima en kilo volt-ampere, se consideró un factor de potencia igual a 0,9.

Se utiliza la siguiente relación:

$$DMU(kVA) = \frac{DMU(kW)}{FP} \quad \text{ecuación 4.2}$$

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA COCCIÓN EFICIENTE			
CATEGORÍA	D MAX 19h00 (kW)	Factor potencia	D MAX 19h00 (kVA)
A	2,88	0,9	3,20
B	2,58	0,9	2,87
C	2,75	0,9	3,06
D	3,01	0,9	3,34
E	2,86	0,9	3,18

**Tabla 4.9:** Demanda máxima unitaria por categorías (A, B, C, D, E) de la Cocina de Inducción.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tabla 4.9 se observa que en las categorías D y E se tiene que la demanda máxima unitaria tiene una mayor incidencia, debido a que el consumo del GLP es mucho mayor.

#### 4.6 DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE.

Para el cálculo del diseño de los transformadores de distribución se aplica la ecuación 2.7:

$$DM_p = DMUp * N * f_{coin} \quad \text{ecuación 2.7}$$

Donde:

$DM_p$ = Demanda máxima coincidente

$DMUp$ = Demanda máxima unitaria proyectada

$N$ = Número de abonados

$f_{coin}$ = Factor de coincidencia

Para la determinación de la demanda máxima se considera los siguientes factores de coincidencia:

El factor de coincidencia que utiliza actualmente la CENTROSUR es igual a:

$$f_{coin} = N^{-0,0944}$$

Y el factor de coincidencia para las cocinas de inducción obtenida en la presente investigación es igual a:

$$f_{coin} = N^{-0,07535}$$

La aplicación de la relación anterior (ecuación 2.7) permite determinar un factor que aproxima la demanda coincidente en función del número de clientes.

A continuación se presenta una parte de tabla desarrollada de la demanda máxima, tabla 4.9, en el Anexo A4.5 se presenta la tabla completa:



DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROMEDIO (kVA) ROYECTADA (10 AÑOS)															
No Clientes	CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)					CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)					CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)				
	SIN COCCIÓN (EXISTENTE)					COCCIÓN EFICIENTE					TOTAL				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	7,47	3,93	2,23	1,36	0,94	3,20	2,87	3,06	3,34	3,18	10,67	6,80	5,29	4,70	4,12
2	13,99	7,36	4,18	2,55	1,76	6,07	5,45	5,81	6,34	6,04	20,07	12,81	9,99	8,89	7,80
3	20,20	10,63	6,03	3,68	2,54	8,84	7,93	8,45	9,22	8,78	29,04	18,55	14,48	12,90	11,32
4	26,21	13,79	7,83	4,77	3,30	11,53	10,34	11,03	12,03	11,46	37,75	24,13	18,85	16,81	14,76
5	32,09	16,88	9,58	5,84	4,04	14,17	12,71	13,55	14,79	14,08	46,26	29,59	23,13	20,63	18,12
6	37,85	19,91	11,30	6,89	4,76	16,78	15,05	16,04	17,51	16,67	54,62	34,96	27,34	24,40	21,43
7	43,52	22,89	12,99	7,92	5,48	19,35	17,35	18,50	20,19	19,22	62,86	40,24	31,49	28,11	24,70
8	49,11	25,84	14,66	8,94	6,18	21,89	19,63	20,93	22,84	21,75	71,00	45,47	35,59	31,79	27,93
9	54,64	28,74	16,31	9,95	6,88	24,41	21,89	23,34	25,47	24,25	79,04	50,63	39,65	35,42	31,13
10	60,11	31,62	17,94	10,94	7,56	26,90	24,13	25,73	28,08	26,73	87,01	55,75	43,67	39,02	34,30
50	258,17	135,83	77,07	47,00	32,49	119,15	106,86	113,94	124,37	118,41	377,32	242,69	191,01	171,37	150,90
100	483,64	254,44	144,38	88,05	60,86	226,18	202,85	216,28	236,07	224,76	709,82	457,30	360,66	324,13	285,62
150	698,21	367,33	208,44	127,12	87,86	329,06	295,12	314,66	343,45	327,00	1027,27	662,46	523,10	470,57	414,86
200	906,01	476,66	270,47	164,95	114,01	429,34	385,06	410,55	448,12	426,65	1335,35	861,72	681,02	613,07	540,66

**Tabla 4.9: Demanda de Diseño según la categoría y el número de usuarios con y sin las Cocinas de Inducción.**  
**Fuente:** Elaboración Propia.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES:

El consumo de GLP en la zona urbana de la ciudad de Cuenca es de 1,42 cilindros mensuales por hogar.

La incorporación de cocinas de inducción en el las redes de distribución de energías eléctrica en el sector urbano de la ciudad de Cuenca podría provocar en la curva de carga la presencia de tres picos. El pico más relevante se presenta a las 12H00, seguido por un pico presente en la mañana a las 07H00 y un pico en la noche a las 19H00, éste incremento ó comportamiento se atribuye a una carga de característica netamente residencial, que reflejan los hábitos de cocción de la ciudadanía cuencana, los hábitos pueden variar para un área en particular y pueden ser afectados por los factores socio-económicos tal como el número de ocupantes en las viviendas, su edad, ingresos, etc, como se pudo constatar en las encuestas realizadas.

El incremento en la demanda máxima unitaria por la incorporación del programa de cocción eficiente, en las diferentes categorías (A, B, C, D, E) es de: 3,20 kVA en la categoría A; 2,87 kVA en la B; 3,06 kVA en la C; 3,34 en D y 3,18 kVA en la E, con lo que se tiene un promedio de 3,13 kVA, también se observa que las categorías D y E muestran un mayor incremento, esto se da ya que el uso del cilindro de GLP es mayor.



## 5.2 RECOMENDACIONES:

Las redes urbanas en su totalidad no son netamente residenciales por lo que se puede encontrar muchas cargas mixtas, es por ello que se recomienda hacer un análisis de los usos finales, para así poder localizar pequeñas industrias, talleres, comercios, cargas de alumbrado público, etc., de las diferentes parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca y aplicar éste estudio para obtener mejores resultados.

Los valores de las demandas máximas unitarias actualmente utilizado por la CENTROSUR para las diferentes categorías para cocinas de inducción, deben ser cambiadas, con lo que se recomienda que los valores de éste estudio se pongan en vigencia en las tablas técnicas de los departamentos de distribución, logrando así corregir un mal dimensionamiento en las redes secundarias, dimensionamiento de los transformadores de distribución y una correcta redistribución de los transformadores sobrecargados.





## BIBLIOGRAFÍA.

1. Empresa Eléctrica CENTROSUR Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación.
2. Apuntes de Clases de Distribución de Sistemas de Energía Eléctrica, Ing. Modesto Salgado Rodríguez.
3. Parametrización, Control, Determinación y Reducción de Pérdidas en Base a la Optimización en el Montaje de Estaciones de Transformación en la Provincia de Morona Santiago. Tesis Universidad de Cuenca. Paúl Vázquez Granda, Cuenca 2013.
4. Normas para los Sistemas de Distribución Empresa Eléctrica Quito 2009.
5. Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica A, Jaramillo M. y Durán 1989.
6. Actualización de las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A W., Salazar O. y Tisalema, Quito, 2002.
7. **INECEL-UNEPER**, “Normas para la Distribución Rural”. Quito, 1980.
8. **Herrera A.**, “Estudio del Factor de Carga para el Diseño Eléctrico de Edificios de Oficinas y Locales Comerciales del Sector Comercial en la Ciudad de Quito”. Tesis Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2007.
10. Determinación de la demanda de energía y potencia de cocinas eléctricas y análisis de su impacto en la curva de carga diaria del sistema nacional interconectado ecuatoriano período 2015-2022.
11. Resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. INEC.
12. Metodología para determinar el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución.
13. <http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml>.
14. “DETERMINACIÓN DE LAS DEMANDAS MÁXIMAS UNITARIAS PARA EL SECTOR RURAL DE LA CIUDAD DE CUENCA” Gutierrez Alvarez Xavier, Campoverde Gerardo, Tesis, Cuenca – Ecuador 2002.
15. Determinación de la demanda de energía y potencia de cocinas eléctricas y análisis de su impacto en la curva de carga diaria del sistema nacional interconectado ecuatoriano período 2015-2022.
16. Fórmula tomada del estudio “Impacto de implementación masiva de la Cocina de Inducción en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano, Xavier Serrano, Jorge Rojas.
17. Determinación de la Demanda de Energía y Potencia de Cocinas Eléctricas y Análisis de su impacto en la Curva de Carga Diaria del Sistema Nacional Interconectado Ecuatoriano. Período 2015-2022.





<http://www.conelec.gob.ec>

<http://www.centrosur.com.ec>

Análisis Comparativo de Normas de Distribución de Energía Eléctrica.

Normas para sistemas de distribución, EEQ S.A.

Actualización de las guías de diseño de la EEASA.

<http://explicaciones-simples.com/2013/11/18/cocinas-de-calentamiento-por-induccion/>

<http://www.indurama.com/induccion/Productos/Ver-Producto/productid/133>

<http://www.bosch-home.es/productos/placas/placas-induccion/PIL875L24E.html?source=browse>





## ANEXOS





## ANEXOS A2.



EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	PARÁMETROS DE DISEÑO				FECHA:
	CARGAS TÍPICAS DE APARATOS ELÉCTRICOS				
APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO	CARGAS TÍPICAS (W) USUARIO TIPO				
	a	b	c	d	
Puntos de alumbrado	100	100	100	100	
Puntos de alumbrado (apliques)	25	25	25		
Cocina	10000	5000	3000	1000	
Asador	1300	1300			
Secadora	5000				
Tostadora	1000				
Cafetera	600	600	600	600	
Sartén	800	800			
Calentador de agua	2500	2000	1500		
Refrigeradora	300	300	300		
Batidora	150	150	150		
Radio	200	100	100	100	
Lavadora	400	400	400		
Plancha	900	600	600	600	
Televisor	250	250	250	250	
Aspiradora	400	400	400		
Secador de pelo	250	250			
Máquina de coser	100	100	100		
Calefactor	1000	1000			
Enceradora	450	450	450		
Bomba de agua	750	750			

**Anexo A2.1:** Cargas típicas de aparatos eléctricos, EEQ S.A.



EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	PARÁMETROS DE DISEÑO						FECHA: .....
	PARÁMETROS DE DIVERSIDAD PARA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS DIVERSIFICADAS.						
NÚMERO DE USUARIOS	USUARIO TIPO			NÚMERO DE USUARIOS	USUARIO TIPO		
	A	B Y C	D Y E		A	B Y C	D Y E
	1	2	3		1	2	3
1	1.00	1.00	1.00	26	3.00	2.35	1.71
2	1.50	1.31	1.23	27	3.01	2.36	1.71
3	1.78	1.50	1.34	28	3.02	2.38	1.71
4	2.01	1.63	1.41	29	3.03	2.39	1.71
5	2.19	1.72	1.47	30	3.04	2.40	1.71
6	2.32	1.83	1.52	31	3.04	2.41	1.72
7	2.44	1.89	1.56	32	3.05	2.42	1.72
8	2.54	1.96	1.58	33	3.05	2.43	1.72
9	2.61	2.01	1.60	34	3.06	2.44	1.72
10	2.66	2.05	1.62	35	3.06	2.45	1.73
11	2.71	2.09	1.63	36	3.07	2.45	1.73
12	2.75	2.11	1.64	37	3.07	2.46	1.73
13	2.79	2.14	1.65	38	3.08	2.46	1.73
14	2.83	2.17	1.66	39	3.08	2.47	1.73
15	2.86	2.19	1.67	40	3.09	2.47	1.73
16	2.88	2.20	1.68	41	3.09	2.48	1.73
17	2.90	2.21	1.68	42	3.10	2.48	1.73
18	2.92	2.23	1.69	43	3.10	2.49	1.73
19	2.93	2.25	1.69	44	3.10	2.49	1.73
20	2.94	2.27	1.69	45	3.10	2.49	1.73
21	2.95	2.28	1.69	46	3.10	2.49	1.73
22	2.96	2.29	1.70	47	3.10	2.49	1.73
23	2.97	2.30	1.70	48	3.10	2.50	1.73
24	2.98	2.31	1.70	49	3.10	2.50	1.73
25	2.99	2.33	1.70	50	3.10	2.50	1.73

**Anexo A2.2:** Determinación de demandas máximas diversificadas, EEQ S.A.



EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		PARÁMETROS DE DISEÑO				FECHA:	
		FACTORES DE PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA DETERMINACIÓN DE CARGAS DE DISEÑO					
USUARIO TIPO	Ti (%)	$(1+T_i/100)^n$		USUARIO TIPO	Ti (%)	$(1+T_i/100)^n$	
		n 10	n 15			n 10	n 15
A	1,5	1,16	1,25	C	4	1,48	1,80
	1,6	1,17	1,27		4,1	1,49	1,83
	1,7	1,18	1,29		4,2	1,51	1,85
	1,8	1,20	1,31		4,3	1,52	1,88
	1,9	1,21	1,33		4,4	1,54	1,91
	2	1,22	1,35		4,5	1,55	1,94
	2,1	1,23	1,37		4,6	1,57	1,96
	2,2	1,24	1,39		4,7	1,58	1,99
	2,3	1,26	1,41		4,8	1,60	2,02
	2,4	1,27	1,43		4,9	1,61	2,05
B	2,5	1,28	1,45	5	1,63	2,08	
	2,6	1,29	1,47	5,1	1,64	2,11	
	2,7	1,31	1,49	5,2	1,66	2,14	
	2,8	1,32	1,51	5,3	1,68	2,17	
	2,9	1,33	1,54	5,4	1,69	2,20	
	3	1,34	1,56	5,5	1,71	2,23	
	3,1	1,36	1,58	D	5,6	1,72	2,26
	3,2	1,37	1,60		5,7	1,74	2,30
	3,3	1,38	1,63		5,8	1,76	2,33
	3,4	1,40	1,65		5,9	1,77	2,36
3,5	1,41	1,68	6		1,79	2,40	
3,6	1,42	1,70	6,1		1,81	2,43	
3,7	1,44	1,72	6,2		1,82	2,47	
3,8	1,45	1,75	6,3		1,84	2,50	
3,9	1,47	1,78	6,4		1,86	2,54	
4	1,48	1,80	6,5		1,88	2,57	
				E	6,5	1,88	2,57

**Anexo A2.3:** Factor de proyección de la demanda para determinación de las cargas de diseño, EEQ S.A.



EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO-GUÍAS DE DISEÑO									
DEMANDAS DE DISEÑO – REDES SECUNDARIAS -- ZONA URBANA									
#	FACTOR DE DIVERSIDAD	DEMANDA DIVERSIFICADA POR CATEGORÍA			#	FACTOR DE DIVERSIDAD	DEMANDA DIVERSIFICADA POR CATEGORÍA		
		A	B	C			A	B	C
1	1.00	6.6	4.9	3.0	46	2.69	113.3	84.2	51.2
2	1.11	12.0	8.9	5.4	47	2.70	115.4	85.8	52.1
3	1.22	16.4	12.2	7.4	48	2.71	117.5	87.4	53.1
4	1.32	20.1	14.9	9.1	49	2.72	119.6	88.9	54.0
5	1.42	23.4	17.4	10.5	50	2.73	121.7	90.5	55.0
6	1.51	26.3	19.5	11.9	51	2.73	123.8	92.1	55.9
7	1.60	29.0	21.5	13.1	52	2.74	125.9	93.6	56.9
8	1.68	31.6	23.5	14.3	53	2.75	128.0	95.2	57.8
9	1.76	34.0	25.3	15.4	54	2.75	130.1	96.7	58.7
10	1.82	36.4	27.1	16.4	55	2.76	132.3	98.3	59.7
11	1.89	38.7	28.8	17.5	56	2.77	134.4	99.9	60.6
12	1.94	41.0	30.5	18.5	57	2.77	136.5	101.4	61.6
13	2.00	43.0	32.1	19.5	58	2.78	138.6	103.0	62.5
14	2.05	45.4	33.8	20.5	59	2.78	140.7	104.6	63.5
15	2.09	47.6	35.4	21.5	60	2.79	142.8	106.1	64.4
16	2.13	49.8	37.0	22.5	61	2.80	144.9	107.7	65.4
17	2.17	52.0	38.6	23.5	62	2.80	147.0	109.2	66.3
18	2.21	54.1	40.2	24.4	63	2.81	149.1	110.8	67.3
19	2.24	56.3	41.8	25.4	64	2.81	151.2	112.4	68.2
20	2.27	58.4	43.4	26.4	65	2.82	153.3	113.9	69.2
21	2.30	60.5	45.0	27.3	66	2.82	155.4	115.5	70.1
22	2.33	62.7	46.6	28.3	67	2.82	157.5	117.0	71.1
23	2.36	64.6	48.2	29.2	68	2.83	159.6	118.6	72.0
24	2.38	66.9	49.7	30.2	69	2.83	161.7	120.2	73.0
25	2.40	69.0	51.3	31.2	70	2.84	163.8	121.7	73.9
26	2.43	71.2	52.9	32.1	71	2.84	165.9	123.3	74.9
27	2.45	73.3	54.5	33.1	72	2.85	168.0	124.9	75.8
28	2.47	75.4	56.0	34.0	73	2.85	170.1	126.4	76.8
29	2.48	77.5	57.6	35.0	74	2.85	172.2	128.0	77.7
30	2.50	79.6	59.2	35.9	75	2.86	174.3	129.5	78.7
31	2.52	81.7	60.8	36.9	76	2.86	176.4	131.1	79.6
32	2.53	83.8	62.3	37.8	77	2.86	178.5	132.7	80.6
33	2.55	86.0	63.9	38.8	78	2.87	180.6	134.2	81.5
34	2.56	88.1	65.5	39.8	79	2.87	182.7	135.8	82.5
35	2.58	90.2	67.0	40.7	80	2.87	184.8	137.3	83.4
36	2.59	92.3	68.6	41.7	81	2.88	186.9	138.9	84.4
37	2.60	94.4	70.2	42.6	82	2.88	189.0	140.5	85.3
38	2.61	95.5	71.7	43.6	83	2.88	191.1	142.0	86.3
39	2.63	98.6	73.3	44.5	84	2.89	193.2	143.6	87.2
40	2.64	100.7	74.9	45.5	85	2.89	195.3	145.2	88.2
41	2.65	102.8	76.4	46.4	86	2.89	197.4	146.7	89.1
42	2.66	104.9	78.0	47.4	87	2.90	199.5	148.3	90.0
43	2.67	107.0	79.5	48.3	88	2.90	201.6	149.8	91.0
44	2.68	109.1	81.1	49.3	89	2.90	203.7	151.4	91.9
45	2.69	111.2	82.7	50.2	90	2.90	205.8	153.0	92.9

**Anexo A2.4:** Determinación de la demanda diversificada por categorías,





INECEL UNEPER		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								HOJA 1 DE 6 FECHA.....	
CATEGORÍA: A						CLASE: 1					
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS	
		a	b			a	b			a	B
1	0.8	3 KVA	3 KVA	36	13.8	15 KVA	15 KVA	71	27.2	25 KVA	25 KVA
2	1.4			37	14.2			72	27.5		
3	2.0			38	14.5			73	27.9		
4	3.0			39	14.9			74	28.3		
5	3.4			40	15.3			75	28.7		
6	3.8	5 KVA	5 KVA	41	15.7	25 KVA	25 KVA	76	29.1	37.5 KVA	37.5 KVA
7	4.2			42	16.1			77	29.4		
8	4.6			43	16.4			78	29.8		
9	4.9			44	16.8			79	30.2		
10	5.2			45	17.2			80	30.6		
11	5.5	10 KVA	10 KVA	46	17.6	25 KVA	25 KVA	81	31.0	37.5 KVA	37.5 KVA
12	6.1			47	18.0			82	31.4		
13	6.4			48	18.4			83	31.7		
14	6.7			49	18.7			84	32.1		
15	6.9			50	19.1			85	32.5		
16	7.2	10 KVA	10 KVA	51	19.5	25 KVA	25 KVA	86	32.9	37.5 KVA	37.5 KVA
17	7.5			52	19.9			87	33.3		
18	7.7			53	20.3			88	33.7		
19	8.0			54	20.7			89	34.0		
20	8.5			55	21.0			90	34.4		
21	8.7	15 KVA	15 KVA	56	21.4	25 KVA	25 KVA	91	34.8	37.5 KVA	37.5 KVA
22	9.0			57	21.8			92	35.2		
23	9.3			58	22.2			93	35.6		
24	9.5			59	22.6			94	36.0		
25	9.8			60	22.9			95	36.3		
26	10.1	15 KVA	15 KVA	61	23.3	25 KVA	25 KVA	96	36.7	37.5 KVA	37.5 KVA
27	10.4			62	23.7			97	37.1		
28	10.9			63	24.1			98	37.5		
29	11.2			64	24.5			99	37.9		
30	11.5			65	24.9			100	38.2		
31	11.9	15 KVA	15 KVA	66	25.2	25 KVA	25 KVA			37.5 KVA	37.5 KVA
32	12.2			67	25.6				44.6		
33	12.5			68	26.0						
34	12.9			69	26.4				49.9		
35	13.2			70	26.8						

**Notas:**  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.5:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL- UNEPER.





INECEL UNEPER		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								HOJA 2 DE 6 FECHA.....	
CATEGORÍA: A				CLASE:2							
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS	
		a	b			a	b			a	B
1	0.8	3 KVA	3 KVA	36	15.5	15 KVA	15 KVA	71	30.5	37.5 KVA	25 KVA
2	2.0										
3	2.5										
4	3.0										
5	3.4										
6	4.2	5 KVA	5 KVA	41	17.6	25 KVA		76	32.7		
7	4.6										
8	4.9										
9	5.2										
10	5.8										
11	6.1										
12	6.4										
13	6.7										
14	7.2										
15	7.5										
16	7.7	10 KVA	10 KVA	46	19.8	25 KVA		81	34.8		37.5 KVA
17	8.2										
18	8.5										
19	8.7										
20	9.0										
21	9.5										
22	9.8										
23	10.1										
24	10.4										
25	10.9										
26	11.2	15 KVA	15 KVA	47	20.2			82	35.3		
27	11.5										
28	11.9										
29	12.5										
30	12.9										
31	13.2										
32	13.8										
33	14.2										
34	14.6										
35	15.1										
				48	20.6			83	35.7		
				49	21.1			84	36.1		
				50	21.5			85	36.6		
				51	21.9			86	37.0		
				52	22.4			87	37.4		
				53	22.8			88	37.8		
				54	23.2			89	38.3		
				55	23.7			90	38.7		
				56	24.1			91	39.1		
				57	24.5			92	39.6		
				58	24.9			93	40.0		
				59	25.4			94	40.4		
				60	25.8			95	40.9		
				61	26.2			96	41.3		
				62	26.7			97	41.7		
				63	27.1			98	42.1		
				64	27.5			99	42.6		
				65	28.0			100	43.0		
				66	28.4				44.6		
				67	28.8						
				68	29.2				49.9		
				69	29.7						
				70	30.1						

**Notas:**  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.6:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL-UNEPER.





INECEL UNEPER		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								HOJA 3 DE 6 FECHA.....	
CATEGORÍA: B				CLASE:1							
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS	
		a	b			a	b			a	B
1	1.1	3	3	36	18.3	25	15	71	36.1	37.5	37.5
2	2.1	3 KVA	3 KVA	37	18.8	25 KVA	15 KVA	72	36.6	37.5 KVA	37.5 KVA
3	2.9			38	19.3			73	37.1		
4	4.2			39	19.8			74	37.6		
5	4.8	5 KVA	5 KVA	40	20.3	25 KVA	25 KVA	75	38.1	50 KVA	50 KVA
6	5.3			41	20.8			76	38.6		
7	5.8			42	21.3			77	39.1		
8	6.2			43	21.8			78	39.6		
9	6.6			44	22.4			79	40.1		
10	7.0			45	22.9			80	40.6		
11	7.4	10 KVA	10 KVA	46	23.4	37.5 KVA	37.5 KVA	81	41.2	50 KVA	50 KVA
12	8.1			47	23.9			82	41.7		
13	8.5			48	24.4			83	42.2		
14	8.8			49	24.9			84	42.7		
15	9.1			50	25.4			85	43.2		
16	9.5			51	25.9			86	43.7		
17	9.8			52	26.4			87	44.2		
18	10.1			53	26.9			88	44.7		
19	10.4			54	27.4			89	45.2		
20	11.1			55	27.9			90	45.7		
21	11.4	15 KVA	15 KVA	56	28.5	37.5 KVA	37.5 KVA	91	46.2	50 KVA	50 KVA
22	11.8			57	29.0			92	46.7		
23	12.1			58	29.5			93	47.2		
24	12.5			59	30.0			94	47.8		
25	12.8			60	30.5			95	48.3		
26	13.2			61	31.0			96	48.8		
27	13.6			62	31.5			97	49.3		
28	14.3			63	32.0			98	49.8		
29	14.7			64	32.5			99	50.3		
30	15.2			65	33.0			100	50.8		
31	15.6	66	33.5		59.5	50 KVA	50 KVA				
32	16.1	67	34.0		66.5						
33	16.5	68	34.5								
34	17.0	69	35.1								
35	17.5	70	35.6								

**Notas:**  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.7:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL- UNEPER.





INECEL		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL								HOJA 4 DE 6							
UNEPER		DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								FECHA.....							
<b>CATEGORÍA: B</b>						<b>CLASE:2</b>											
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS							
		a	b			a	b			a	B						
1	1.1	3	3	36	20.6	25	25	71	40.6	37.5	37.5						
2	2.9	KVA	KVA	37	21.1	KVA	KVA	72	41.1	KVA	KVA						
3	3.6			38	21.7			73	41.7								
4	4.2	5	KVA	39	22.3	KVA	KVA	74	42.3	KVA	KVA						
5	4.8			40	22.9			75	42.8								
6	5.8			41	23.4			76	43.4								
7	6.2	10	KVA	42	24.0	KVA	KVA	77	44.0	KVA	KVA						
8	6.6			43	24.6			78	44.6								
9	7.0	10	KVA	44	25.1	KVA	KVA	79	45.1	50	KVA						
10	7.8			45	25.7			80	45.7								
11	8.1			46	26.3			81	46.3								
12	8.5			47	26.9			82	46.8								
13	8.8			48	27.4			83	47.4								
14	9.5			49	28.0			84	48.0								
15	9.8			50	28.6			85	48.6								
16	10.1			51	29.1			86	49.1								
17	10.8			52	29.7			87	49.7								
18	11.1			53	30.3			37.5	KVA			88	50.3	50	KVA		
19	11.4	54	30.9	89	50.8												
20	11.8	15	KVA	55	31.4	KVA	KVA	90	51.4	KVA	KVA						
21	12.5			56	32.0			91	52.0								
22	12.8			57	32.6			92	52.6								
23	13.2			58	33.1			93	53.1								
24	13.6			15	KVA			59	33.7			KVA	KVA	94	53.7	KVA	KVA
25	14.3							60	34.3					95	54.3		
26	14.7							61	34.8					96	54.8		
27	15.2							62	35.4					97	55.4		
28	15.6	63	36.0			98	56.0										
29	16.5	64	36.6			99	56.6										
30	17.0	25	KVA	65	37.1	KVA	KVA	100	57.1	KVA	KVA						
31	17.5			66	37.7			59.5									
32	18.3			67	38.3			66.5									
33	18.9			68	38.8												
34	19.4			69	39.4												
35	20.0	70	40.0														

Notas:  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.8:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL- UNEPER.



INECEL UNEPER		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								HOJA 5 DE 6 FECHA.....	
CATEGORÍA: C				CLASE:1							
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS	
		a	b			a	b			a	B
1	1.7	3	3	36	24.9	25	25	71	49.2	50	37.5
2	3.1	KVA	KVA	37	25.6	KVA	KVA	72	49.9	KVA	KVA
3	4.2	5	5	38	26.3			73	50.6		50 KVA
4	6.1	10	KVA	39	27.0			74	51.3		
5	6.8	KVA	10 KVA	40	27.7			75	51.9		
6	7.5			41	28.4			76	52.6		
7	8.2			42	29.1			77	53.3		
8	8.8			43	29.8			78	54.0		
9	9.3			44	30.5			79	54.7		
10	9.8			45	31.2			80	55.4		
11	10.3			46	31.9			81	56.1		
12	11.3			47	32.6			82	56.8		
13	11.7	48	33.2	83	57.5						
14	12.1	15 KVA		49	33.3	84	58.2				
15	12.6			50	34.6	85	58.9				
16	13.0			51	35.3	86	59.6				
17	13.4			15 KVA		52	36.0	87	60.3		
18	13.9					53	36.7	88	61.3		
19	14.3					54	37.4	89	61.6		
20	15.2					55	38.1	90	62.3		
21	15.6					56	38.8	91	63.3		
22	16.1					57	39.5	92	63.7		
23	16.5					58	40.2	93	64.4		
24	17.0	59	40.9			94	65.1				
25	17.5	60	41.6	95	65.8						
26	17.9	61	42.3	96	66.5						
27	18.4	25 KVA		62	42.9	97	67.2				
28	19.5			63	43.6	98	67.9				
29	20.1			25 KVA		64	44.3	99	68.6		
30	20.6					65	45.0	100	69.3		
31	21.2					50 KVA		66	45.7		
32	21.8							67	46.4		
33	22.5							68	47.1		
34	23.2							69	47.8		
35	23.9	70	48.5								

**Notas:**  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.9:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL- UNEPER.



INECEL UNEPER		NORMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN RURAL DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA Y RANGO DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES								HOJA 6 DE 6 FECHA.....	
CATEGORÍA: C						CLASE:2					
N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS		N°	DMD	TRANS	
		a	b			a	b			a	B
1	1.7	3	3	36	28.0	25	25	71	55.3	50	50
2	4.2	5	5	37	28.8	KVA	KVA	72	56.1	KVA	KVA
3	5.2	KVA	KVA	38	29.6			73	56.9		
4	6.1	10		39	30.4	37.5		74	57.6		
5	6.8	KVA	10	40	31.2	KVA		75	58.4		
6	8.2		KVA	41	31.9			76	59.2		
7	8.8			42	32.7			77	60.0		
8	9.3			43	33.5			78	60.3		
9	9.8			44	34.3		37.5	79	61.5		
10	10.8			45	35.1		KVA	80	62.3		
11	11.3			46	35.8			81	63.1		
12	11.7			47	36.6			82	63.9		
13	12.1	15		48	37.4			83	64.6		
14	13.0	KVA		49	38.2			84	65.4		
15	13.4		15	50	38.9			85	66.2		
16	13.9		KVA	51	39.7			86	67.0		
17	14.7			52	40.5			87	67.8		
18	15.2			53	41.3			88	68.5		
19	15.6			54	42.1			89	69.3		
20	16.1			55	42.8			90	70.1		
21	17.0			56	43.6			91	70.9		
22	17.5			57	44.4			92	71.7		
23	17.9			58	45.2	50		93	72.4		
24	18.4	25		59	46.0	KVA		94	73.2		
25	19.5	KVA		60	46.7			95	74.0		
26	20.1		25	61	47.5			96	74.8		
27	20.6		KVA	62	48.3			97	75.6		
28	21.2			63	49.1			98	76.3		
29	22.5			64	49.8			99	77.1		
30	23.2			65	50.6		50	100	77.9		
31	23.9			66	51.4		KVA				
32	24.9			67	52.2						
33	25.7			68	53.0						
34	26.5			69	53.7						
35	27.3			70	54.5						

**Notas:**  
a. Temperatura ambiente entre 20° y 30° C.  
b. Temperatura ambiente hasta 20° C.

**Anexo A2.10:** Demanda Máxima Diversificada, INECEL- UNEPER.





**ANEXOS A3.**





ANEXO 3.1.

UNIVERSIDAD DE CUENCA - CENTROSUR C.A.  
FORMULARIO PARA ENCUESTAS

PROVINCIA:		CANTÓN:		PARROQUIA:	
N.º GRUPO FAMILIAR:				FECHA:	

1) Indique a qué tipo de vivienda se parece la suya:

- A) Sala, comedor, cuatro dormitorios, dos baños, una cocina, patio, garage, estudio, cuarto de servicios.  
\_\_\_\_\_
- B) Sala, comedor, tres dormitorios, dos baños, una cocina, patio, garage, estudio, cuarto de servicios.  
\_\_\_\_\_
- C) Vivienda ó Departamento con: sala, comedor, dos dormitorios, un baño, una cocina.  
\_\_\_\_\_
- D) Sala, comedor, baño, cocina, un dormitorio.  
\_\_\_\_\_
- E) Cocina, baño y un dormitorio.  
\_\_\_\_\_

2) De los siguientes artefactos eléctricos especifique cuáles posee en su vivienda y el tiempo estimado de utilización de los mismos.

Artefactos	SI	NO	Cant. de Artf.	Uso		Horas de Consumo Diario	Horas de Consumo a la Semana	Para el Encuestador
				Desde	Hasta			Potencia (W)
Foco de 100 W								
Foco de 60 W								
Foco de 25 W								
Dicroico de 50W								
Ahorrador de 20 W								
Radiograbadora								
Equipo de Sonido								
Lavadora								
Secadora de ropa								
Secadora de cabello								
Aspiradora								
Televisión								
DVD								

Artefacto	SI	NO	MAÑANA		TARDE		NOCHE		TIEMPO	
			Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Diario	Semanal
Arrocera										
Batidora										
Cafetera										
Microondas										
Extractor Jugos										
Tostadora										
Lavadora platos										





Licuada										
Otros										

3) ¿Qué utiliza para cocinar en su casa?

Gas		Energía Eléctrica		Otro tipo de Cocina (Leña, Carbón)	
-----	--	-------------------	--	------------------------------------	--

Tiempo de Utilización

MAÑANA		N <sup>o</sup> hornillas	TARDE		N <sup>o</sup> hornillas	NOCHE		N <sup>o</sup> hornillas
Desde	Hasta		Desde	Hasta		Desde	Hasta	

4) ¿Qué utiliza para calentar el agua, es decir para tener agua caliente en el lavamanos, lavaplatos, etc.?

Calefón a gas		Calefón eléctrico		Otros	
---------------	--	-------------------	--	-------	--

5) ¿Su ducha es eléctrica ó a gas?

Eléctrica		Calefón Eléctrico		Calefón a Gas		Otros	
-----------	--	-------------------	--	---------------	--	-------	--

6) ¿Cuántas personas utilizan la ducha, especifique la hora, tiempo y cuántas veces al día?

N <sup>o</sup> de personas		Tiempo promedio		Veces al día	
----------------------------	--	-----------------	--	--------------	--

7) ¿Dispone de Horno?

NO		SI		GAS		ELÉCTRICO		OTRO		Veces a la semana
			MAÑANA		TARDE			NOCHE		
			hora	tiempo	hora	tiempo	hora	tiempo		

8) ¿Para qué otras actividades utilizan el gas, la energía eléctrica en su hogar?

---

9) ¿Qué tipo de alimento le lleva más tiempo cocinarlo (Generalmente más de una hora por ejemplo: maíz, fréjol, habas, etc.)?

---

10) ¿Cuántos cilindros de gas utiliza aproximadamente al mes?

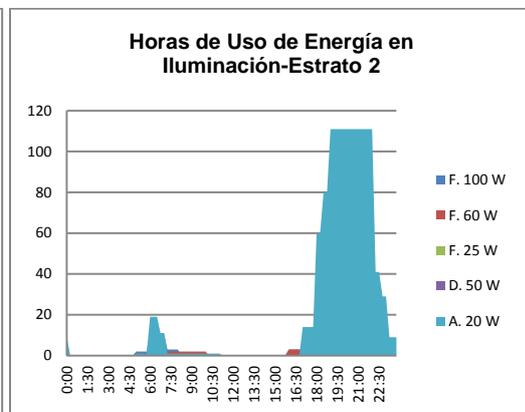
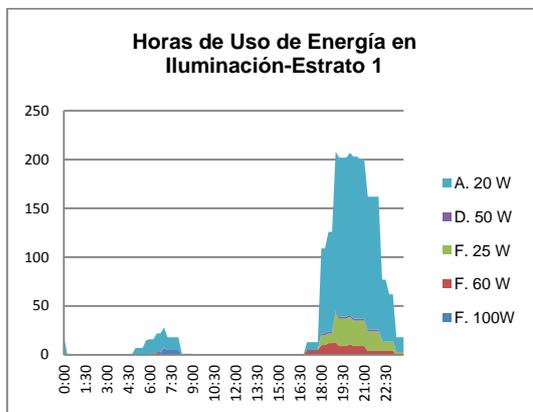
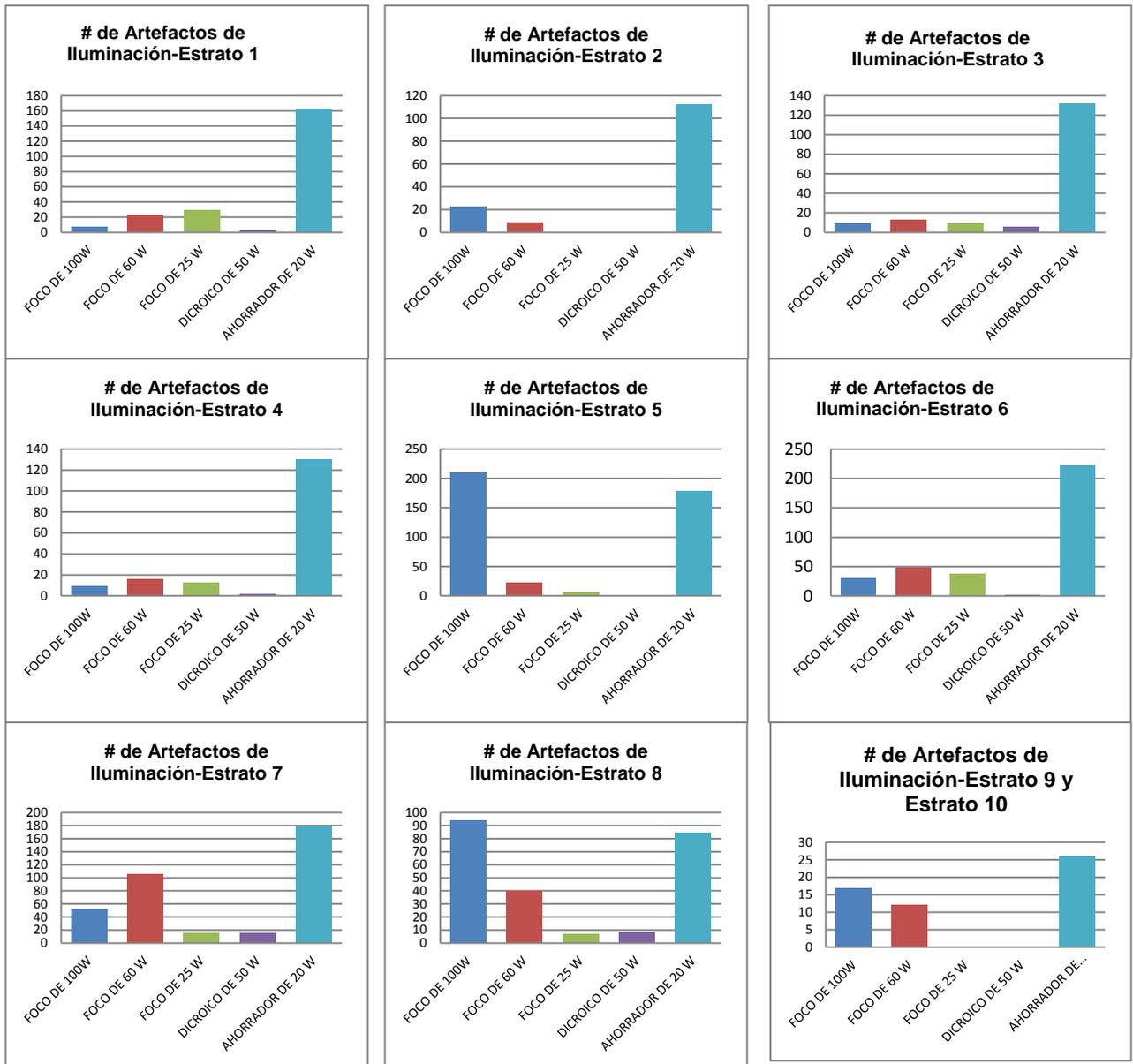
N <sup>o</sup> de Cilindros	
-----------------------------	--

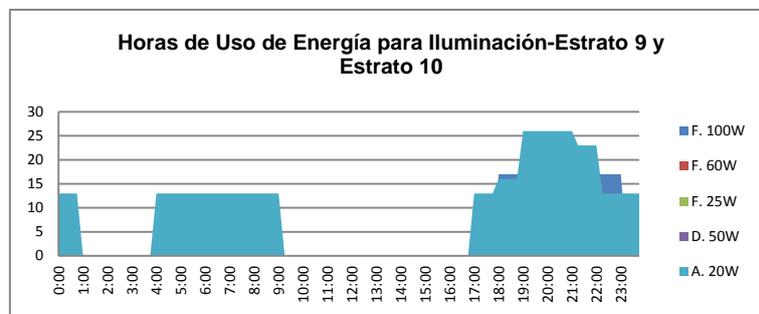
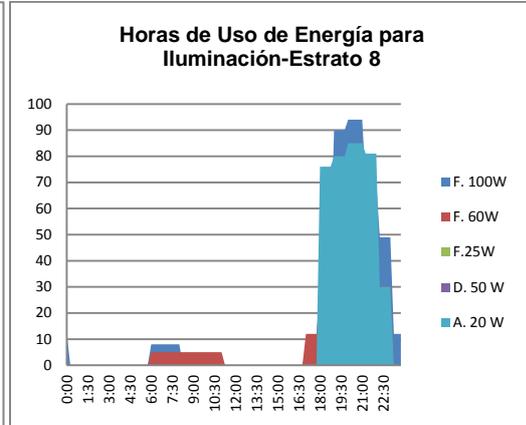
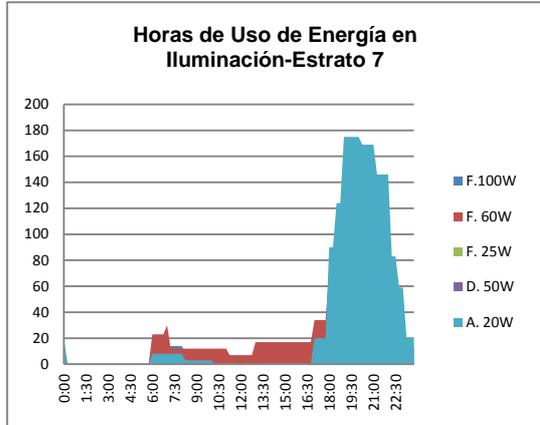
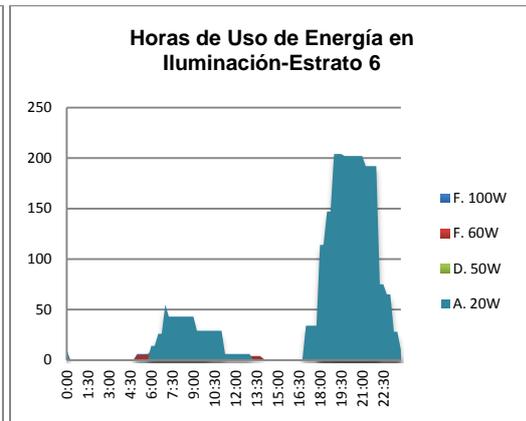
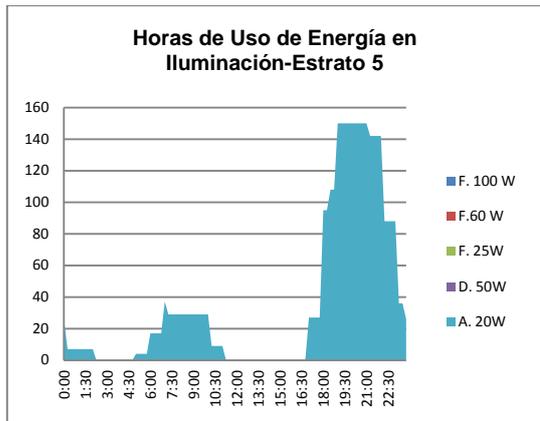
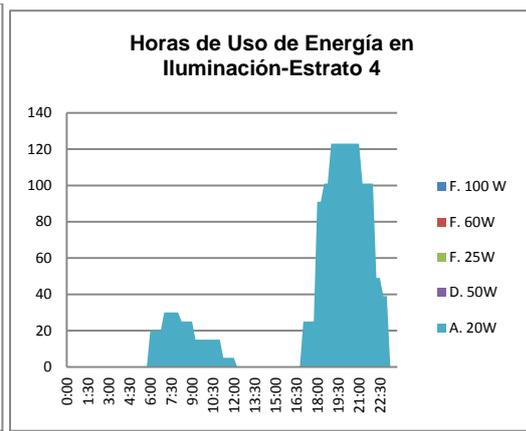
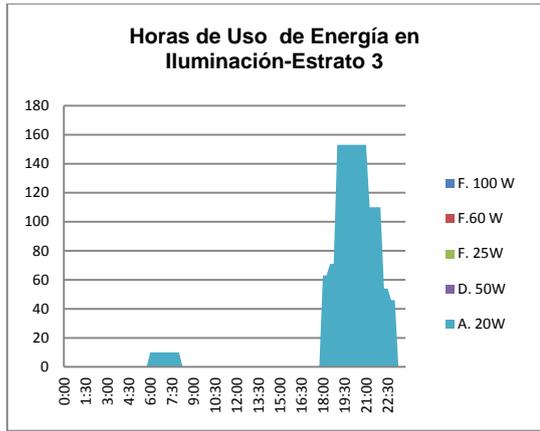
11) ¿Cómo adquieren los cilindros de gas en su hogar (Compra directa al distribuidor, le entregan en su casa)?

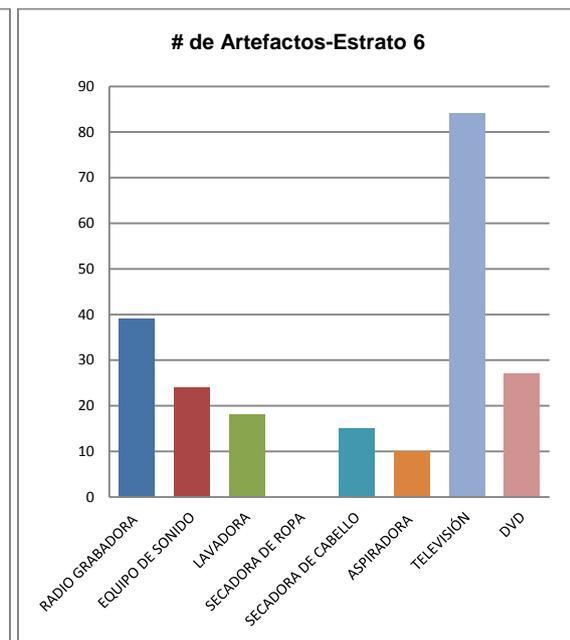
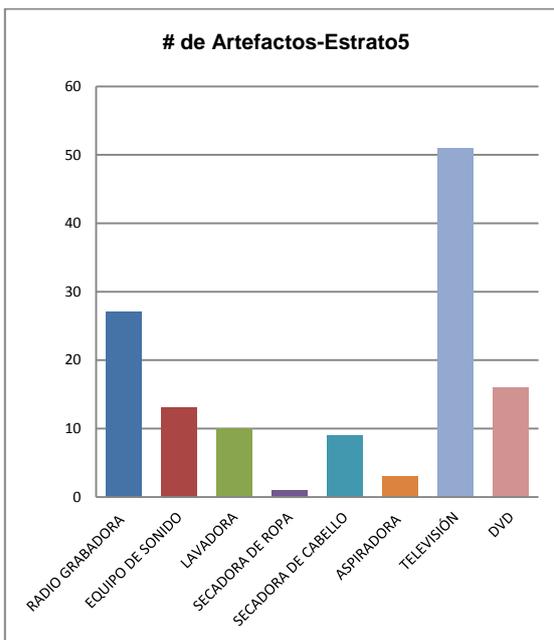
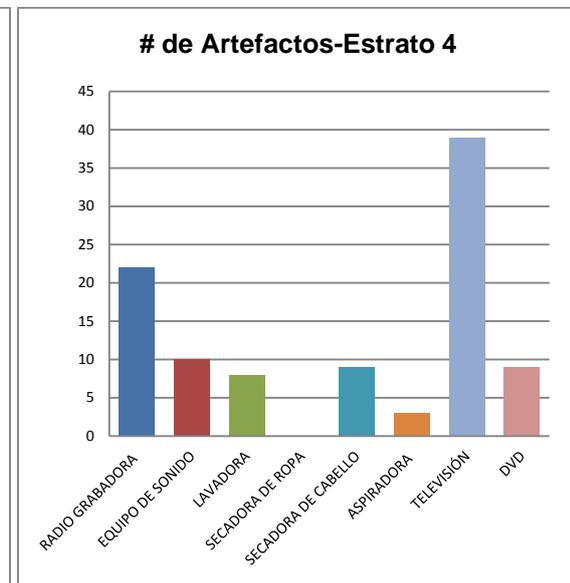
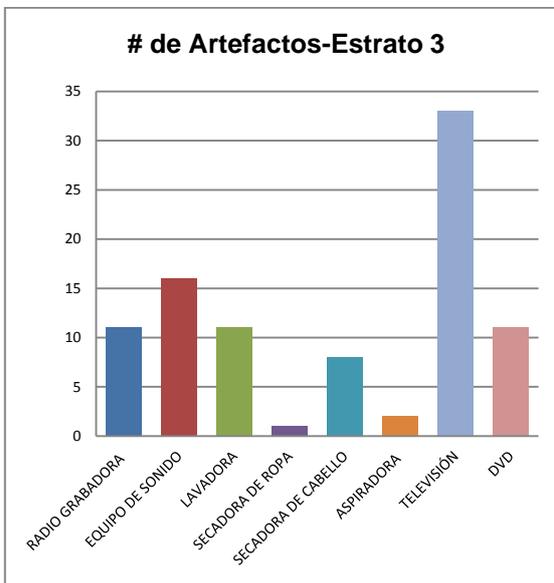
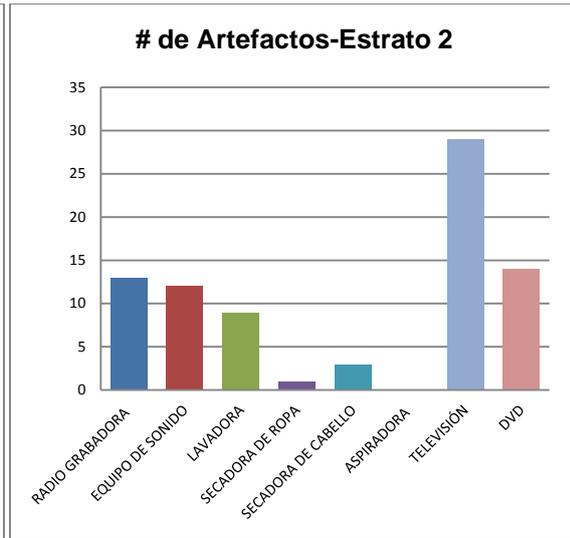
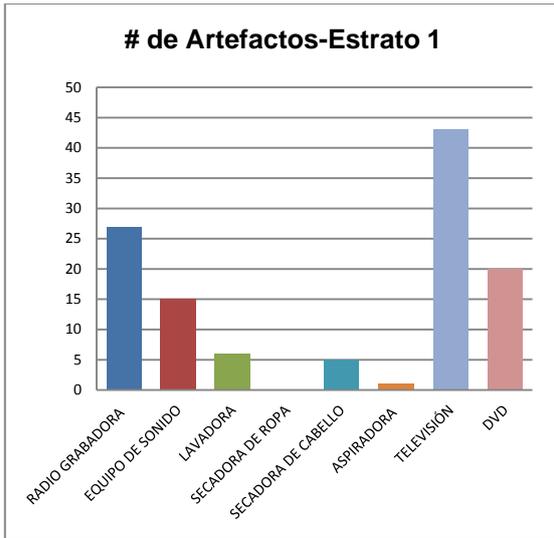
---

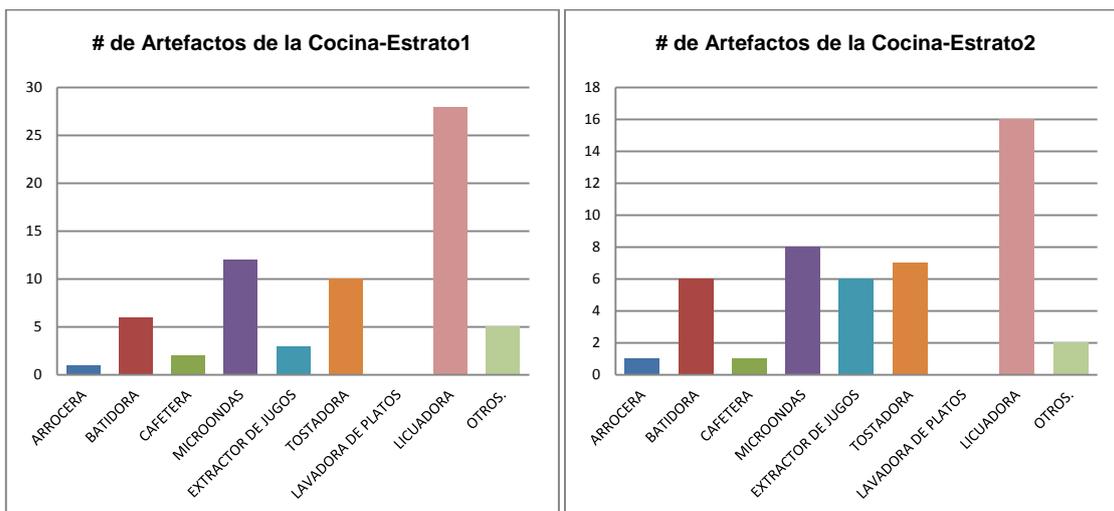
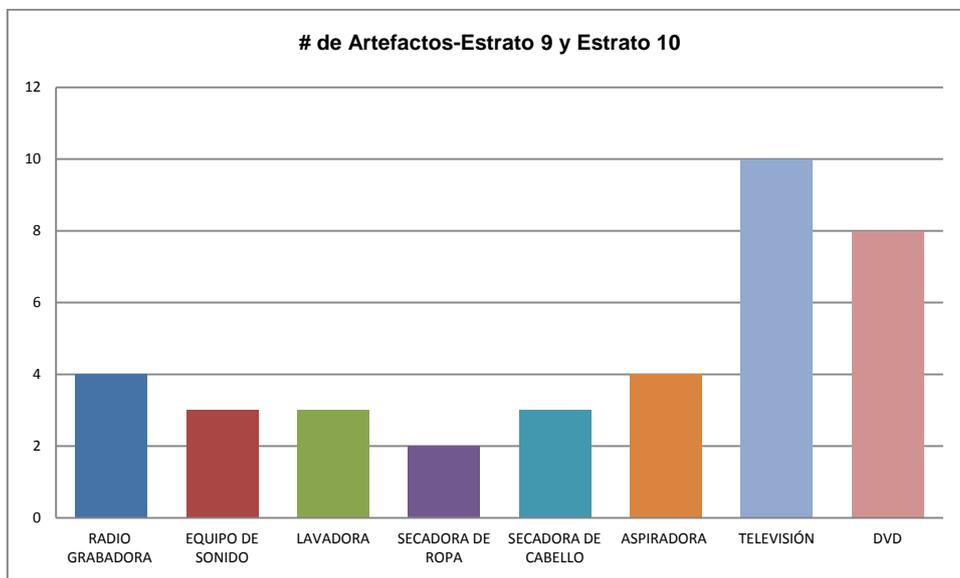
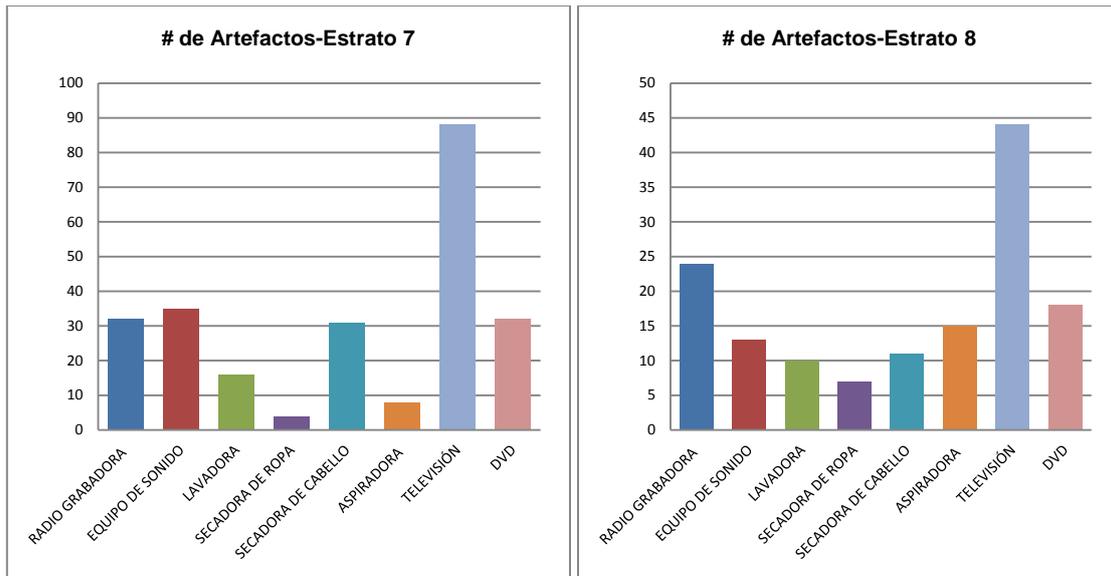


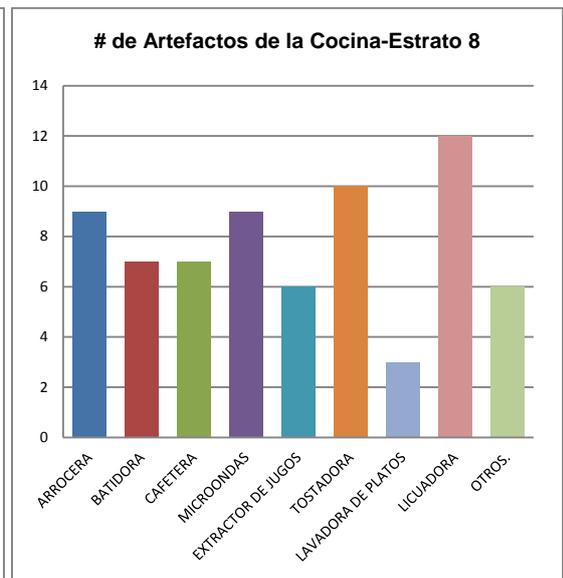
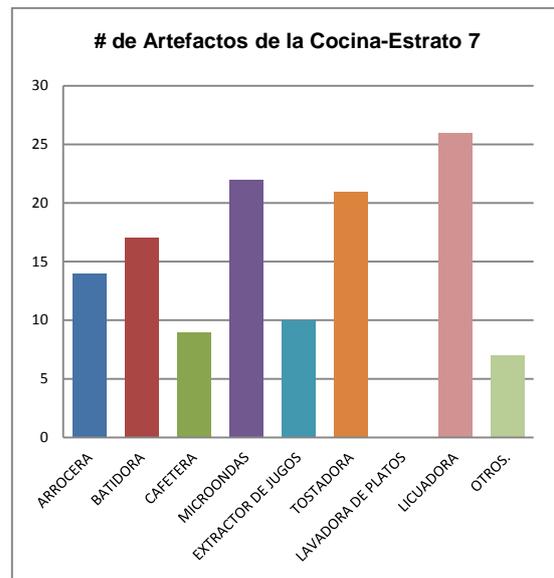
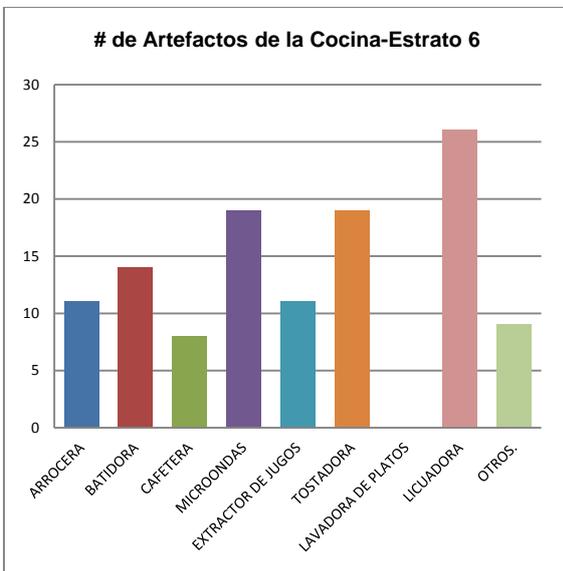
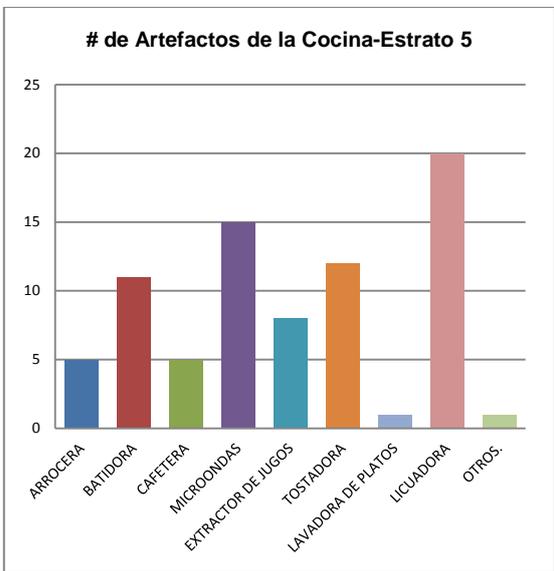
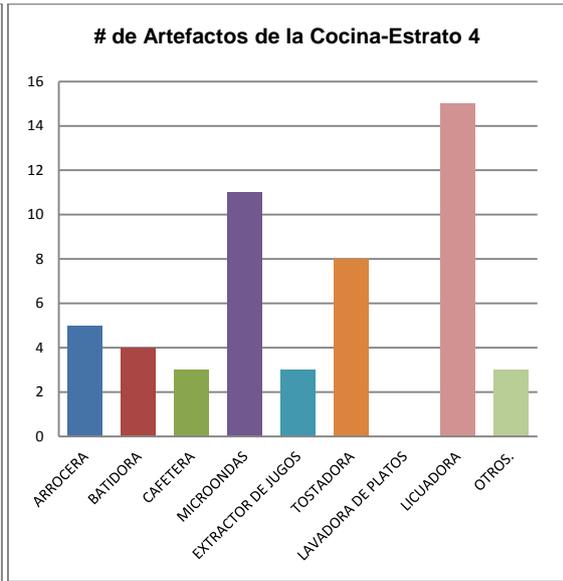
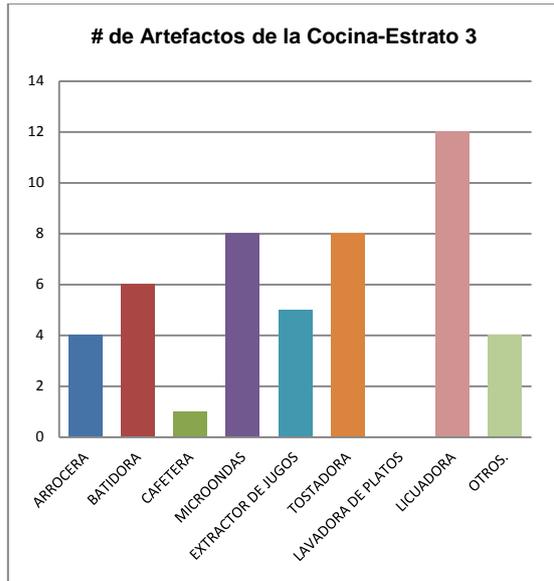
ANEXO 3.2. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

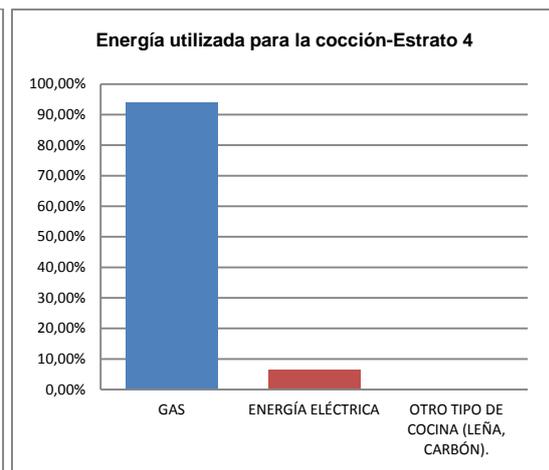
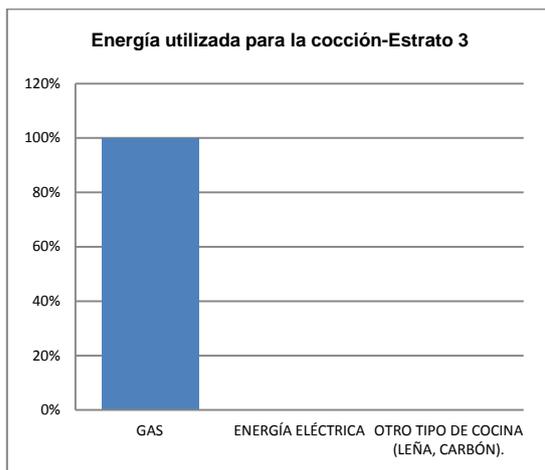
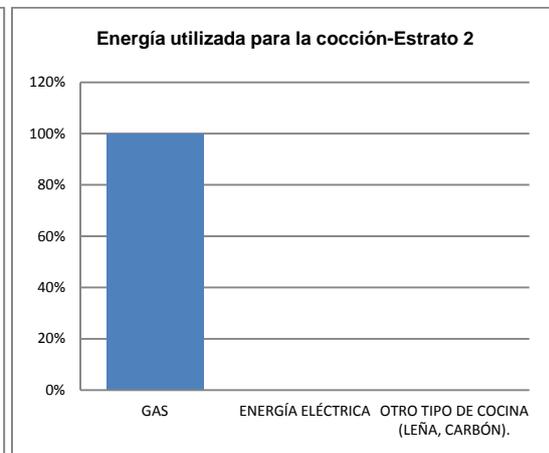
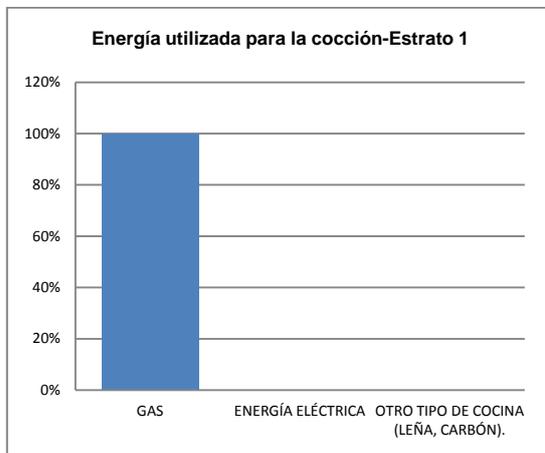
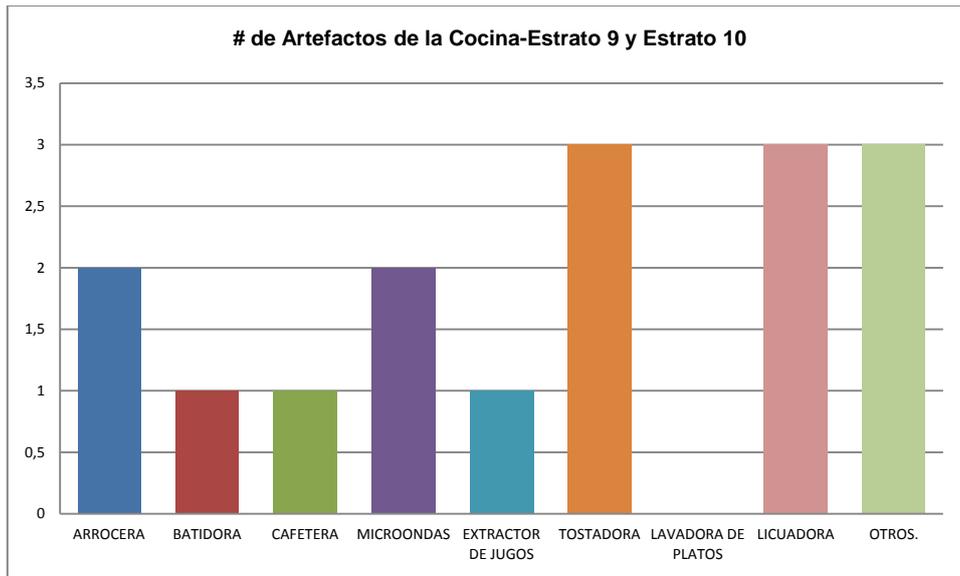


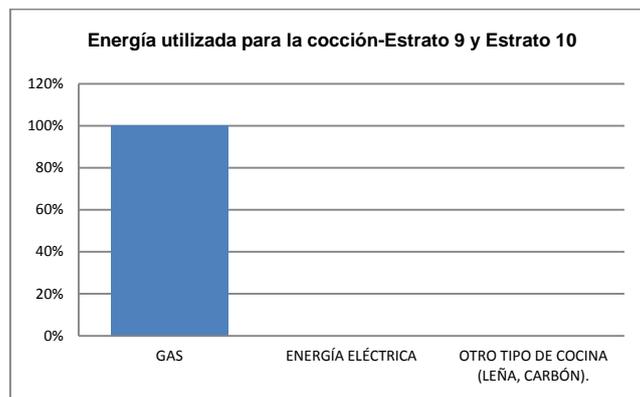
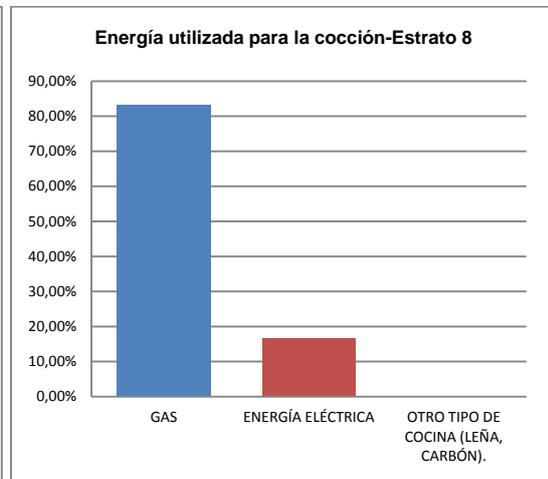
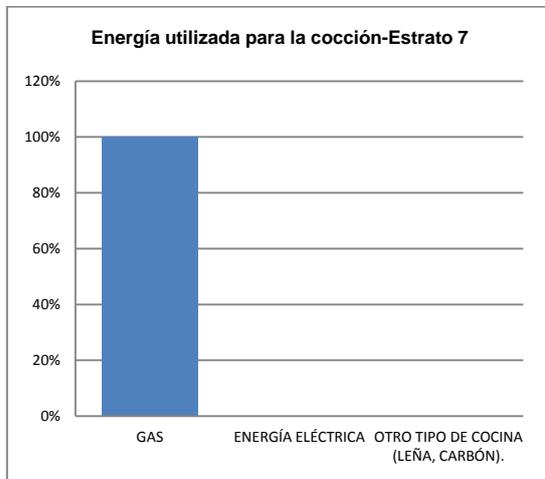
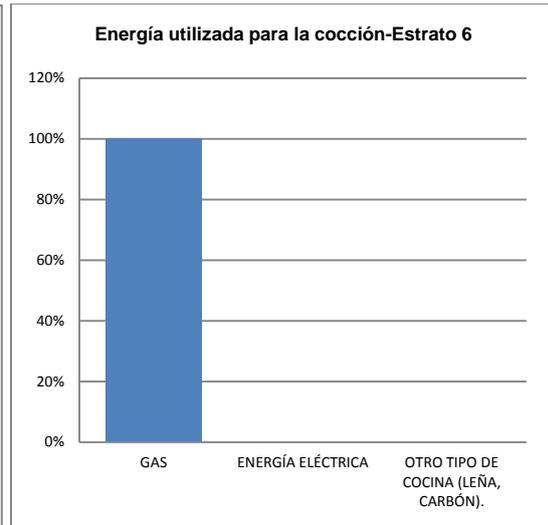
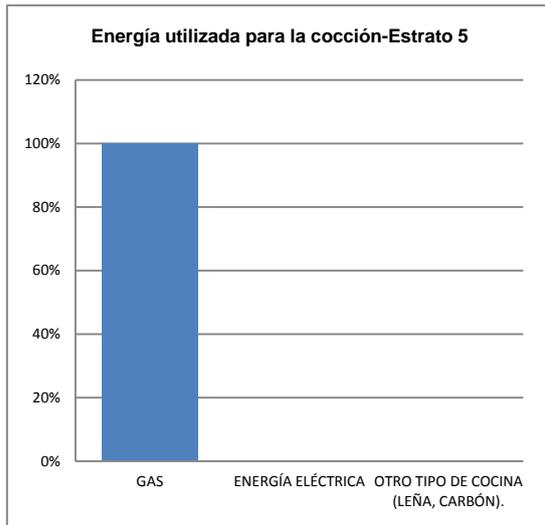


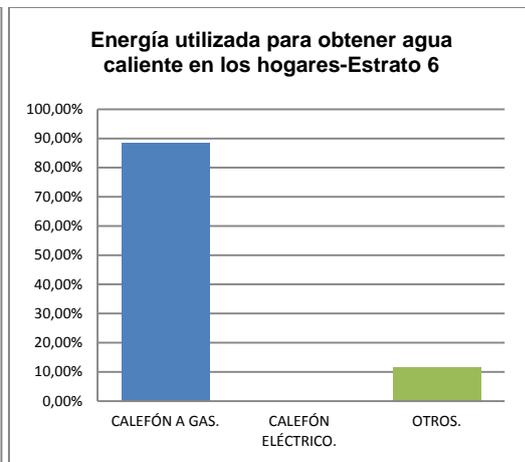
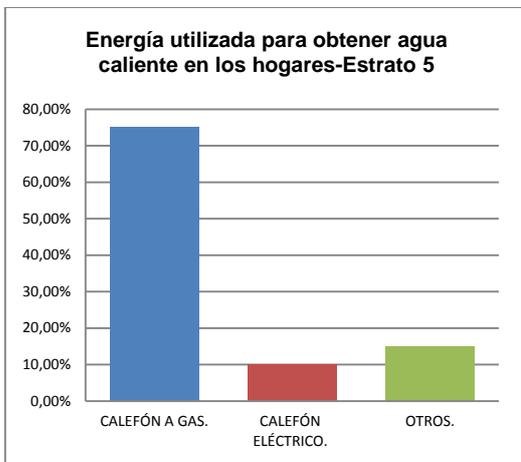
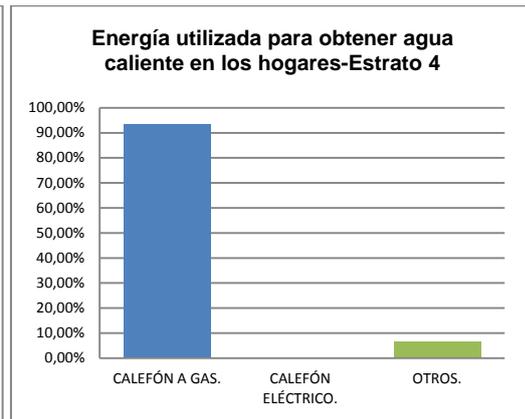
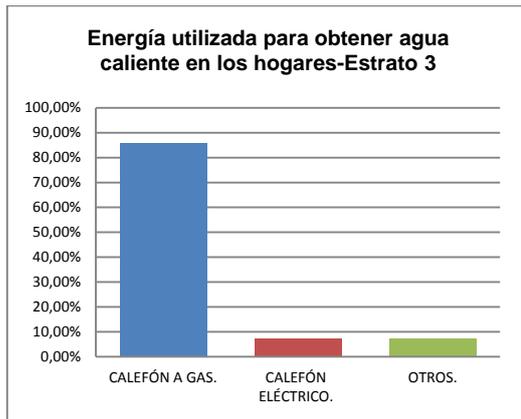
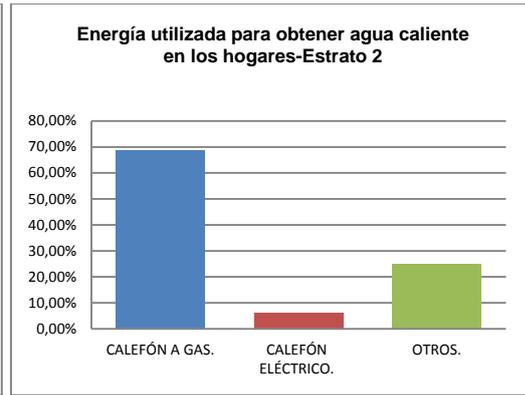
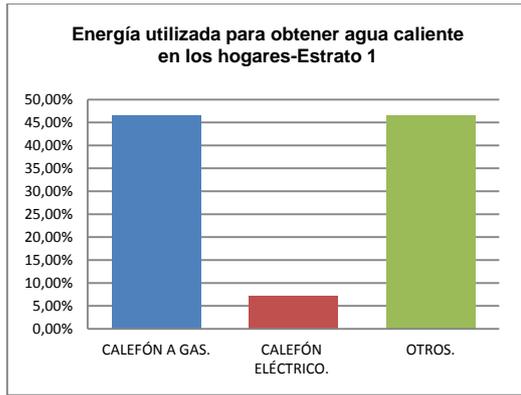


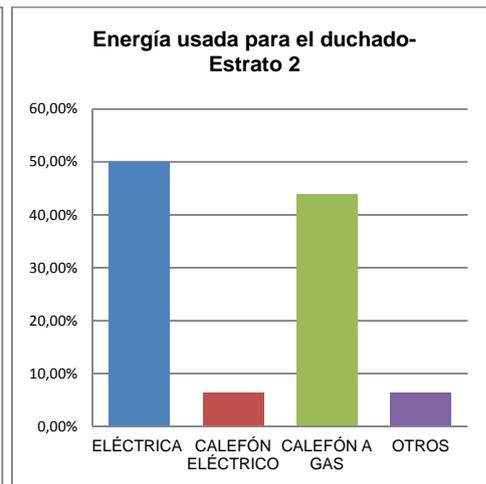
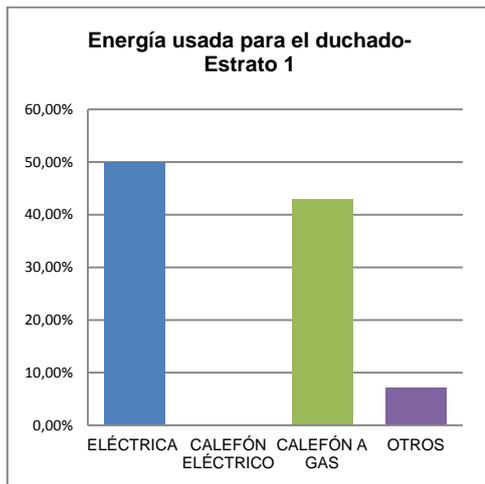
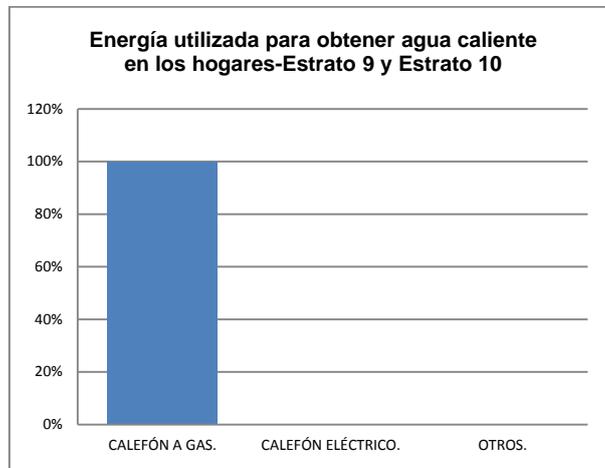
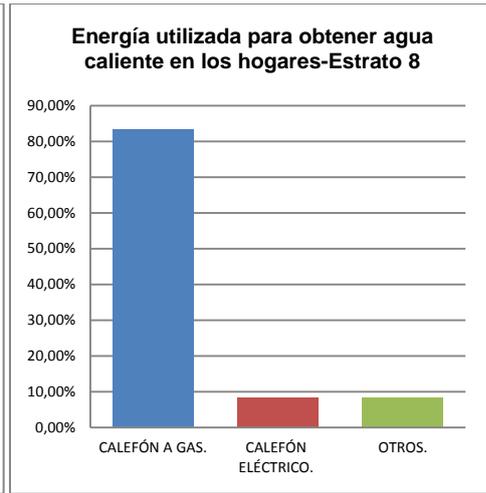
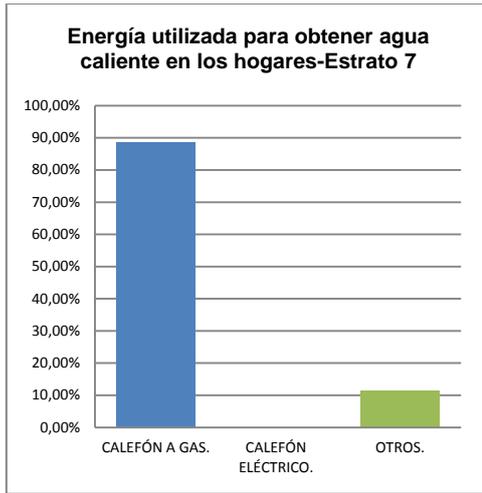


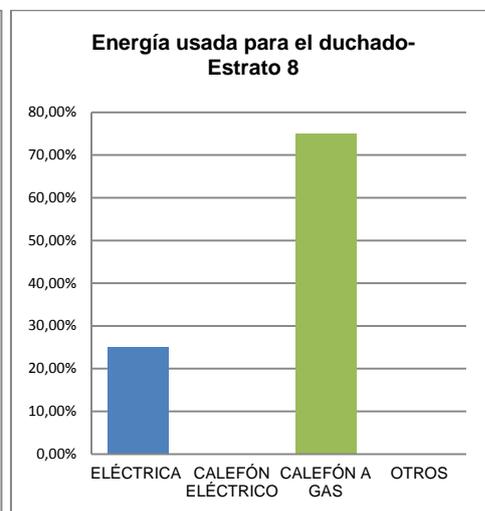
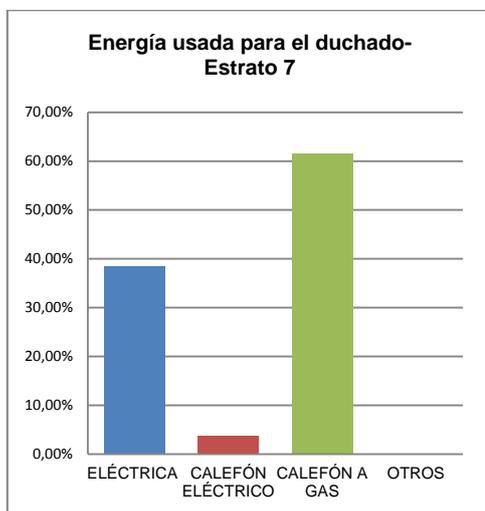
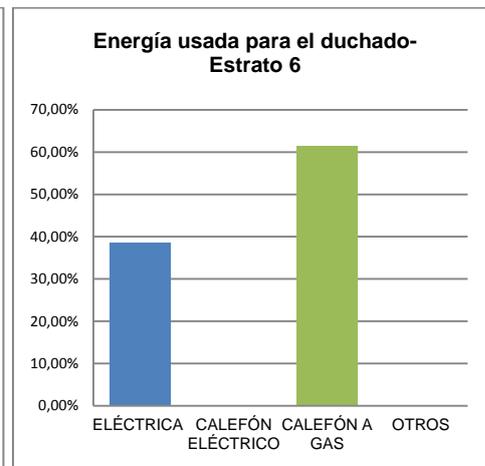
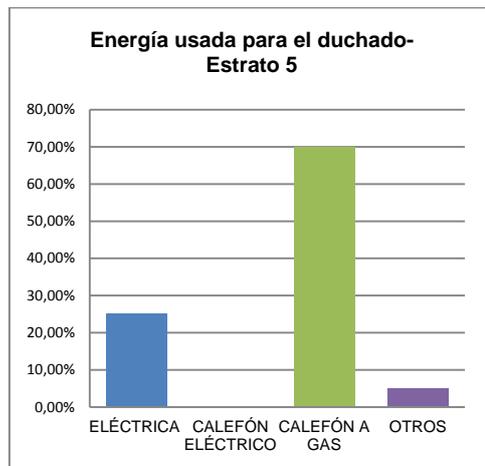
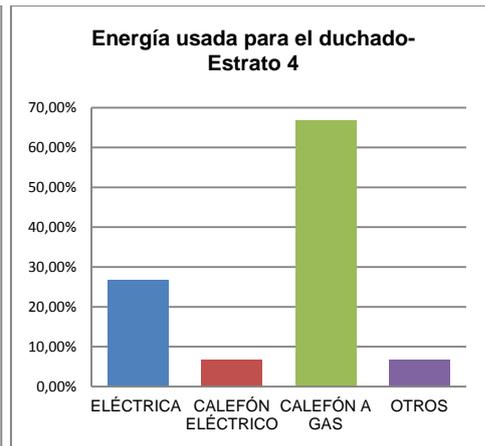
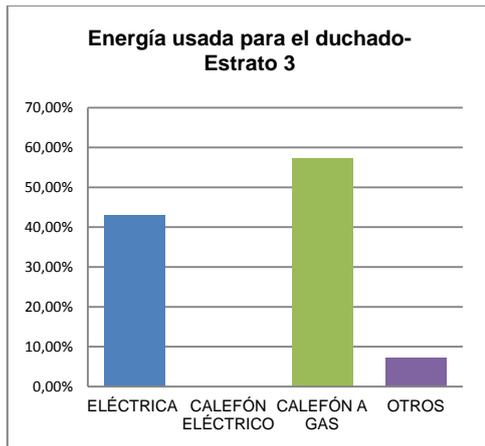


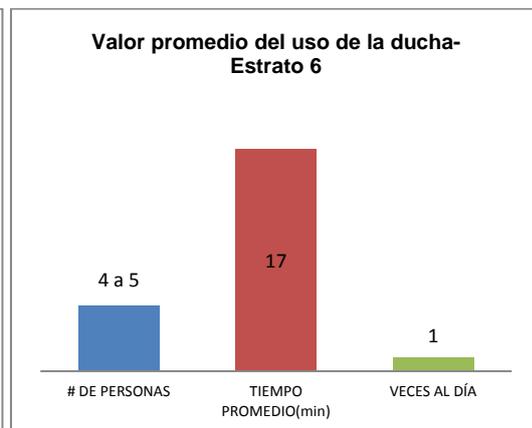
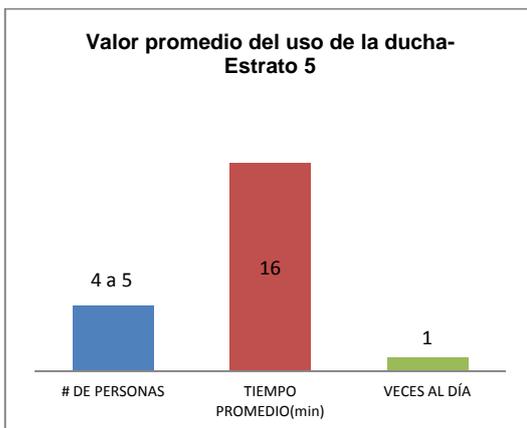
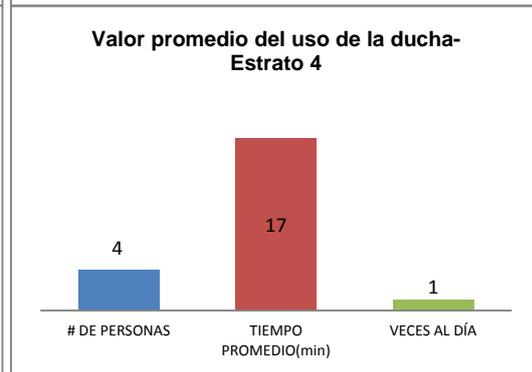
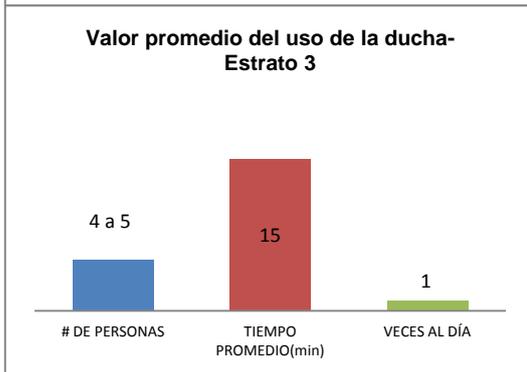
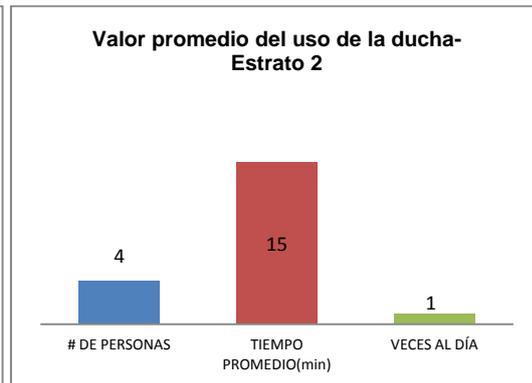
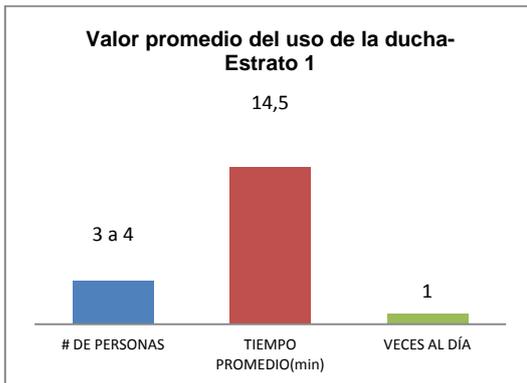
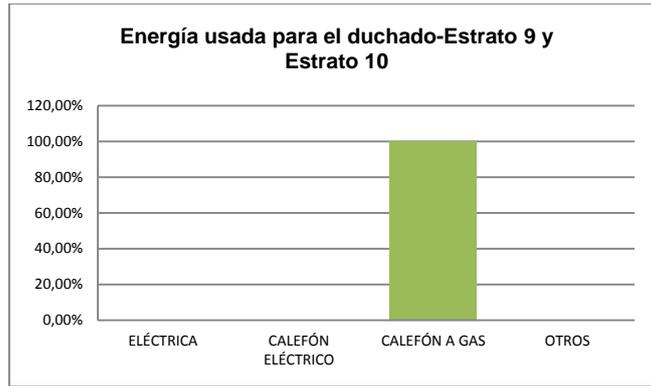


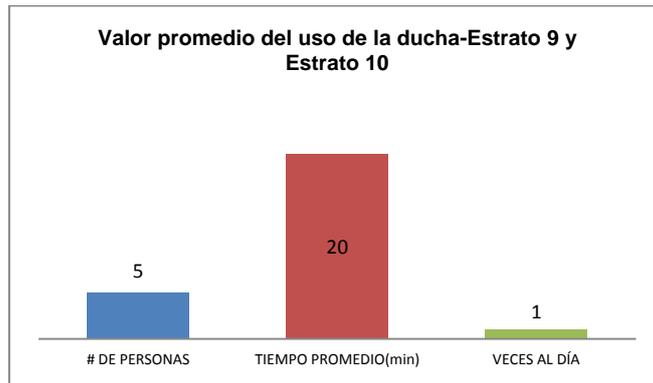
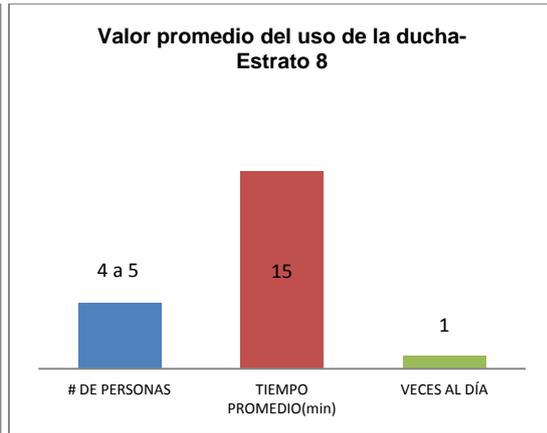
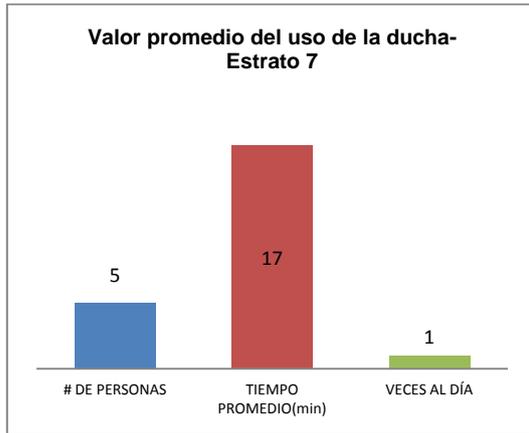












	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Estrato 7	Estrato 8	Estrato 9 y Estrato 10
Promedio # de cilindros	1,107	1,312	1,571	1,466	1,5	1,461	1,576	1,416	2





**ANEXO A3.3:**

TABLA EQUIVALENTE CALORÍFICO-ENERGÉTICO- ELECTRICIDAD DEL GLP:

1 kilogramo de GLP	11500 kilocalorías
1 kilocaloría	4,1868 kilojoules
1 kilojoules	$2,778 \times 10^{-4}$ kWh

**ANEXO A3.4:**

TABLA DEL NÚMERO DE HOGARES QUE UTILIZAN LA COCINA DE GLP EN EL DÍA.

HORAS DEL DÍA	#hogares	#hornillas
0:00	0	0
0:15	0	0
0:30	0	0
0:45	0	0
1:00	0	0
1:15	0	0
1:30	0	0
1:45	0	0
2:00	0	0
2:15	0	0
2:30	0	0
2:45	0	0
3:00	0	0
3:15	0	0
3:30	0	0
3:45	0	0
4:00	0	0
4:15	0	0
4:30	1	4
4:45	1	4
5:00	12	48
5:15	12	48
5:30	18	73
5:45	20	77
6:00	81	267
6:15	76	244
6:30	87	292
6:45	75	255
7:00	96	320
7:15	55	172
7:30	52	155





7:45	31	89
8:00	33	97
8:15	15	33
8:30	14	33
8:45	11	32
9:00	13	42
9:15	6	16
9:30	6	16
9:45	5	14
10:00	10	34
10:15	7	26
10:30	17	62
10:45	18	62
11:00	54	193
11:15	55	194
11:30	70	250
11:45	70	249
12:00	118	435
12:15	94	352
12:30	93	354
12:45	69	261
13:00	82	311
13:15	42	153
13:30	42	151
13:45	26	82
14:00	27	86
14:15	6	19
14:30	6	16
14:45	3	8
15:00	6	15
15:15	4	7
15:30	4	7
15:45	5	9
16:00	8	20
16:15	5	17
16:30	5	17
16:45	5	17
17:00	11	40
17:15	10	35
17:30	11	38
17:45	10	36
18:00	39	135
18:15	34	116
18:30	41	139
18:45	40	135





19:00	99	305
19:15	78	230
19:30	91	274
19:45	67	197
20:00	93	277
20:15	44	145
20:30	46	154
20:45	29	94
21:00	33	103
21:15	10	31
21:30	11	31
21:45	5	18
22:00	4	16
22:15	1	4
22:30	0	0
22:45	0	0
23:00	0	0
23:15	0	0
23:30	0	0
23:45	0	0



**ANEXO A3.5:****FICHA TÉCNICA DE LA COCINA A INDUCCIÓN.**

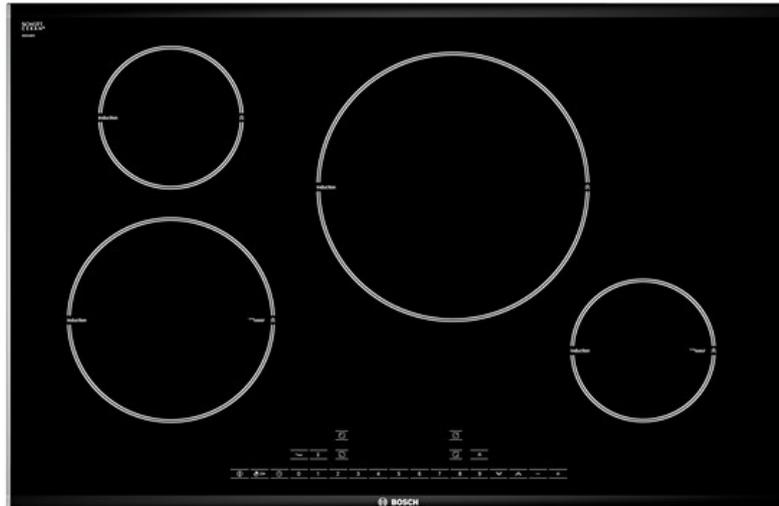
Fig. A3.3.1: Cocina a Inducción de la marca Indurama.

Fuente: <http://www.indurama.com/induccion/Productos/Ver-Producto/productid/133>

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Características generales</b>	
Medidas del primer elemento calentador	145 mm
Medidas del segundo elemento calentador	160 mm
Medidas del tercer elemento calentador	170 mm
Medidas del cuarto elemento calentador	190 mm
Potencia del primer elemento calentador	1100 W
Potencia del segundo elemento calentador	1400 W
Potencia del tercer elemento calentador	1850 W
Potencia del cuarto elemento calentador	1400 W
Dimensiones aparato (alto, ancho, fondo)	60 x 590 x 520 mm
Dimensiones para empotrar (ancho, profundidad)	560 x 490 mm
Marca	<b>Indurama</b>
<b>Datos conexión eléctrica</b>	
Tensión (V)	220- 240 V
Potencia de conexión eléctrica (W)	6400- 7200 W

Tabla. A3.3.1: Ficha técnica de la Cocina a Inducción de la marca Indurama.

Fuente: <http://www.indurama.com/induccion/Productos/Ver-Producto/productid/133>



**Fig. A3.3.2:** Cocina a Inducción de la marca Bosch.

**Fuente:** <http://www.bosch-home.es/productos/placas/placas-induccion/PIL875L24E.html?source=browse>

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Características generales</b>	
Medidas del primer elemento calentador	210 mm
Medidas del segundo elemento calentador	145 mm
Medidas del tercer elemento calentador	280 mm
Medidas del cuarto elemento calentador	145 mm
Tipo de clavija	sin enchufe
Número de posiciones que se pueden usar al mismo tiempo	4
Potencia del primer elemento calentador	2.20 kW
Potencia del segundo elemento calentador	1.40 kW
Potencia del tercer elemento calentador	2.40 kW
Potencia del cuarto elemento calentador	1.40 kW
Dimensiones aparato (alto, ancho, fondo)	57.0 x 816 x 527 mm
Medidas del nicho de encastre	51 x 780-750 x 500-490 mm
Accesorios incluidos	1 x Adaptador 750 - 780 mm
Marca	<b>Bosch</b>
<b>Datos de conexión eléctrica</b>	
Tensión (V)	220-240 V
Frecuencia (Hz)	60; 50 Hz
Potencia de conexión eléctrica (W)	7.200 W
Longitud del cable de alimentación eléctrica (cm)	110,0 cm

**Tabla. A3.3.2:** Ficha técnica de la Cocina a Inducción de la marca Bosch.

**Fuente:** <http://www.bosch-home.es/productos/placas/placas-induccion/PIL875L24E.html?source=browse>



**ANEXO A3.6:**

**TABLA DE LA POTENCIA A INCREMENTARSE POR EL USO DE LA COCINA A INDUCCIÓN EN EL DÍA**

<b>HORAS DÍA</b>	<b>POTENCIA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN (kW)</b>
0:00	0,00
0:15	0,00
0:30	0,00
0:45	0,00
1:00	0,00
1:15	0,00
1:30	0,00
1:45	0,00
2:00	0,00
2:15	0,00
2:30	0,00
2:45	0,00
3:00	0,00
3:15	0,00
3:30	0,00
3:45	0,00
4:00	0,00
4:15	0,00
4:30	5,75
4:45	5,75
5:00	69,00
5:15	69,00
5:30	104,94
5:45	110,69
6:00	383,81
6:15	350,75
6:30	428,38
6:45	375,19
7:00	464,31
7:15	242,94
7:30	218,50
7:45	127,94
8:00	139,44
8:15	47,44
8:30	47,44
8:45	46,00





9:00	60,38
9:15	23,00
9:30	23,00
9:45	20,13
10:00	48,88
10:15	37,38
10:30	89,13
10:45	89,13
11:00	277,44
11:15	278,88
11:30	359,38
11:45	357,94
12:00	619,56
12:15	500,25
12:30	503,13
12:45	369,44
13:00	449,94
13:15	222,81
13:30	219,94
13:45	112,13
14:00	117,88
14:15	27,31
14:30	23,00
14:45	11,50
15:00	21,56
15:15	10,06
15:30	10,06
15:45	12,94
16:00	28,75
16:15	24,44
16:30	24,44
16:45	24,44
17:00	57,50
17:15	50,31
17:30	54,63
17:45	51,75
18:00	194,06
18:15	166,75
18:30	196,94
18:45	191,19
19:00	435,56





19:15	327,75
19:30	399,63
19:45	291,81
20:00	406,81
20:15	217,06
20:30	230,00
20:45	135,13
21:00	148,06
21:15	44,56
21:30	44,56
21:45	25,88
22:00	23,00
22:15	5,75
22:30	0,00
22:45	0,00
23:00	0,00
23:15	0,00
23:30	0,00
23:45	0,00





## ANEXOS A4





**ANEXO A4.1.**

**TABLA DE LA DEMANDA MÁXIMA NO COINCIDENTE**

#clientes	demanda máxima no coincidente (kW)
1	8,63
2	8,63
3	5,75
4	5,75
5	5,75
6	5,75
7	5,75
8	5,75
9	5,75
10	5,75
11	4,31
12	8,63
13	5,75
14	4,31
15	5,75
16	4,31
17	8,63
18	5,75
19	4,31
20	4,31
21	8,63
22	5,75
23	5,75
24	8,63
25	8,63
26	5,75
27	7,19
28	8,63
29	4,31
30	5,75
31	7,19
32	7,19
33	2,88
34	5,75
35	8,63
36	5,75
37	5,75
38	5,75
39	8,63
40	5,75





41	5,75
42	7,19
43	4,31
44	5,75
45	7,19
46	4,31
47	5,75
48	7,19
49	5,75
50	5,75
51	4,31
52	5,75
53	5,75
54	8,63
55	5,75
56	5,75
57	5,75
58	8,63
59	5,75
60	5,75
61	5,75
62	5,75
63	5,75
64	5,75
65	5,75
66	4,31
67	5,75
68	5,75
69	5,75
70	4,31
71	4,31
72	5,75
73	5,75
74	5,75
75	5,75
76	5,75
77	5,75
78	5,75
79	5,75
80	5,75
81	4,31
82	5,75
83	7,19
84	5,75
85	5,75





86	5,75
87	4,31
88	5,75
89	7,19
90	5,75
91	5,75
92	5,75
93	5,75
94	4,31
95	4,31
96	5,75
97	8,63
98	5,75
99	5,75
100	4,31
101	5,75
102	8,63
103	5,75
104	4,31
105	5,75
106	2,88
107	5,75
108	2,88
109	2,88
110	5,75
111	8,63
112	8,63
113	4,31
114	2,88
115	2,88
116	7,19
117	5,75
118	2,88
119	2,88
120	2,88
121	5,75
122	4,31
123	5,75
124	2,88
125	5,75
126	5,75
127	5,75
128	5,75
129	5,75
130	5,75





131	5,75
132	5,75
133	5,75
134	5,75
135	2,88
136	4,31
137	8,63
138	4,31
139	4,31
140	5,75
141	5,75
142	5,75
143	4,31
144	5,75
145	5,75
146	5,75
147	4,31
148	8,63
149	5,75
150	5,75
151	4,31
152	5,75
153	5,75
154	5,75
155	5,75
156	5,75
157	5,75
158	8,63
159	5,75
160	5,75





**ANEXO A4.2:**

**TABLA DE LA DEMANDA MÁXIMA NO COINCIDENTE, DE LA NUEVA ENCUESTA**

#clientes (Nuevos datos)	demanda máxima no coincidente (kW)
1	5,75
2	5,75
3	4,65
4	3,9
5	5,75
6	4,65
7	3,9
8	5,75
9	5,75
10	5,75
11	5,75
12	3,9
13	4,35
14	5,75
15	4,35
16	5,75
17	4,35
18	5,75
19	3,25
20	3,9
21	4,35
22	5,75
23	5,75
24	3,9
25	3,9
26	4,35
27	5,75
28	5,75
29	5,75
30	5,75
31	4,35
32	4,35
33	3,9
34	5,75
35	5,75
36	4,65
37	5,75
38	4,65
39	5,75
40	5,75





41	4,65
42	3,9
43	5,75
44	3,9
45	2,8
46	3,9
47	4,65
48	4,65
49	4,65
50	3,9





**ANEXO A4.3:**

**NUEVA ENCUESTA PARA DETERMINAR LAS COSTUMBRES DE COCCIÓN EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA**

<b>CÓDIGO</b>			
Que utiliza para cocinar en su casa			
gas			
energía eléctrica			
otro			
<b>cocina en la mañana</b>		si	no
	tiempo		
pequeña			
pequeña-mediana			
mediana			
grande			
<b>cocina en la tarde</b>		si	no
	tiempo		
pequeña			
pequeña-mediana			
mediana			
grande			
<b>cocina en la noche</b>		si	no
	tiempo		
pequeña			
pequeña-mediana			
mediana			
grande			





**ANEXO A4.4:**

**TABLA DE LA DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA PARA N CLIENTES.**

#CLIENTES	FACTOR DE SIMULTANIEDAD	DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA
1	1,00	5,75
2	0,95	5,44
3	0,92	5,27
4	0,90	5,15
5	0,88	5,06
6	0,87	4,98
7	0,86	4,92
8	0,85	4,87
9	0,84	4,82
10	0,83	4,78
11	0,83	4,75
12	0,82	4,71
13	0,81	4,68
14	0,81	4,66
15	0,81	4,63
16	0,80	4,61
17	0,80	4,58
18	0,79	4,56
19	0,79	4,54
20	0,79	4,52
21	0,78	4,51
22	0,78	4,49
23	0,78	4,47
24	0,78	4,46
25	0,77	4,44
26	0,77	4,43
27	0,77	4,42
28	0,77	4,40
29	0,76	4,39
30	0,76	4,38
31	0,76	4,37
32	0,76	4,36
33	0,76	4,35
34	0,75	4,34
35	0,75	4,33
36	0,75	4,32
37	0,75	4,31
38	0,75	4,30





39	0,75	4,29
40	0,74	4,28
41	0,74	4,27
42	0,74	4,26
43	0,74	4,26
44	0,74	4,25
45	0,74	4,24
46	0,74	4,23
47	0,73	4,23
48	0,73	4,22
49	0,73	4,21
50	0,73	4,20
51	0,73	4,20
52	0,73	4,19
53	0,73	4,19
54	0,73	4,18
55	0,73	4,17
56	0,72	4,17
57	0,72	4,16
58	0,72	4,16
59	0,72	4,15
60	0,72	4,14
61	0,72	4,14
62	0,72	4,13
63	0,72	4,13
64	0,72	4,12
65	0,72	4,12
66	0,72	4,11
67	0,71	4,11
68	0,71	4,10
69	0,71	4,10
70	0,71	4,09
71	0,71	4,09
72	0,71	4,08
73	0,71	4,08
74	0,71	4,08
75	0,71	4,07
76	0,71	4,07
77	0,71	4,06
78	0,71	4,06
79	0,71	4,05
80	0,70	4,05
81	0,70	4,05
82	0,70	4,04
83	0,70	4,04





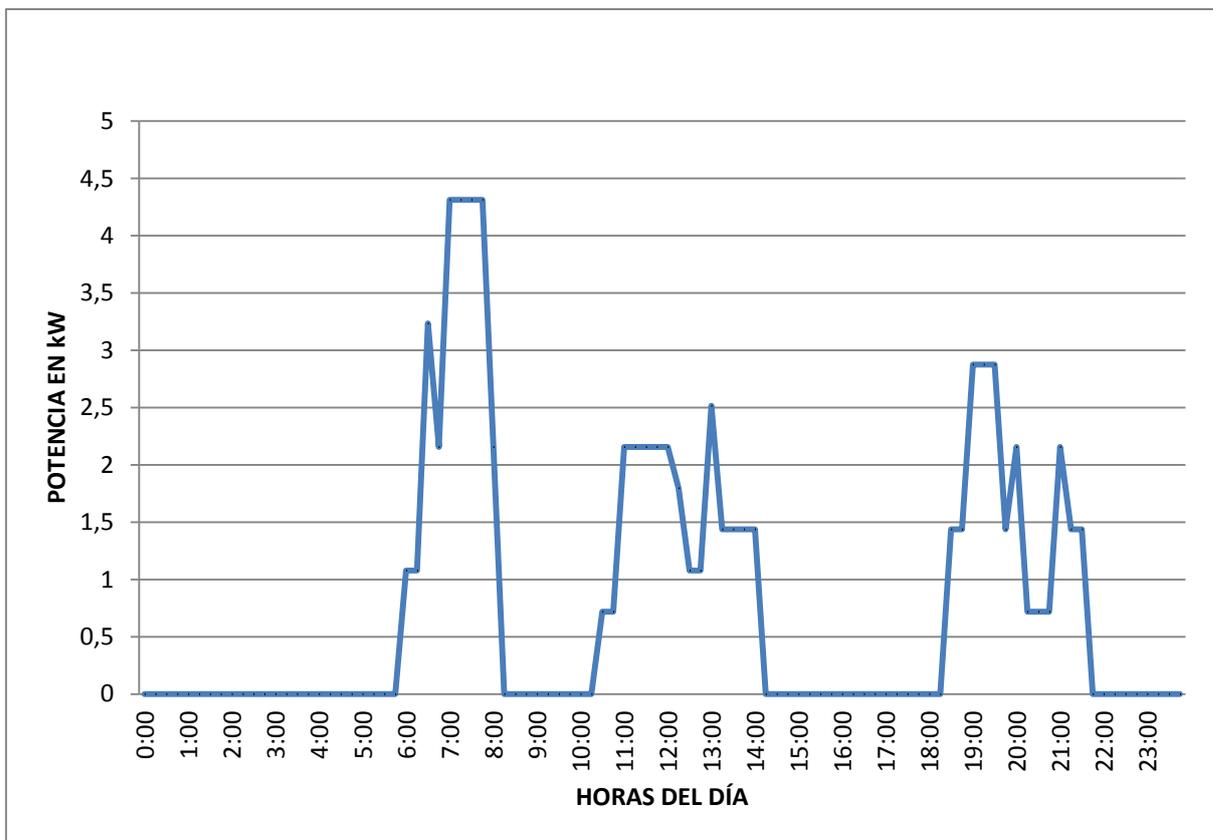
84	0,70	4,03
85	0,70	4,03
86	0,70	4,03
87	0,70	4,02
88	0,70	4,02
89	0,70	4,02
90	0,70	4,01
91	0,70	4,01
92	0,70	4,00
93	0,70	4,00
94	0,70	4,00
95	0,69	3,99
96	0,69	3,99
97	0,69	3,99
98	0,69	3,98
99	0,69	3,98
100	0,69	3,98



**ANEXO A4.5.****CURVA DE CARGA PROMEDIO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN POR CATEGORÍAS (A, B, C, D, E)****CATEGORÍA A:**

Clientes		Demanda máxima 19h00 (kW)	Demanda máxima 12h00 (kW)
4	Promedio	2,88	4,31

DEMANDA MÁXIMA DE LA CATEGORÍA A

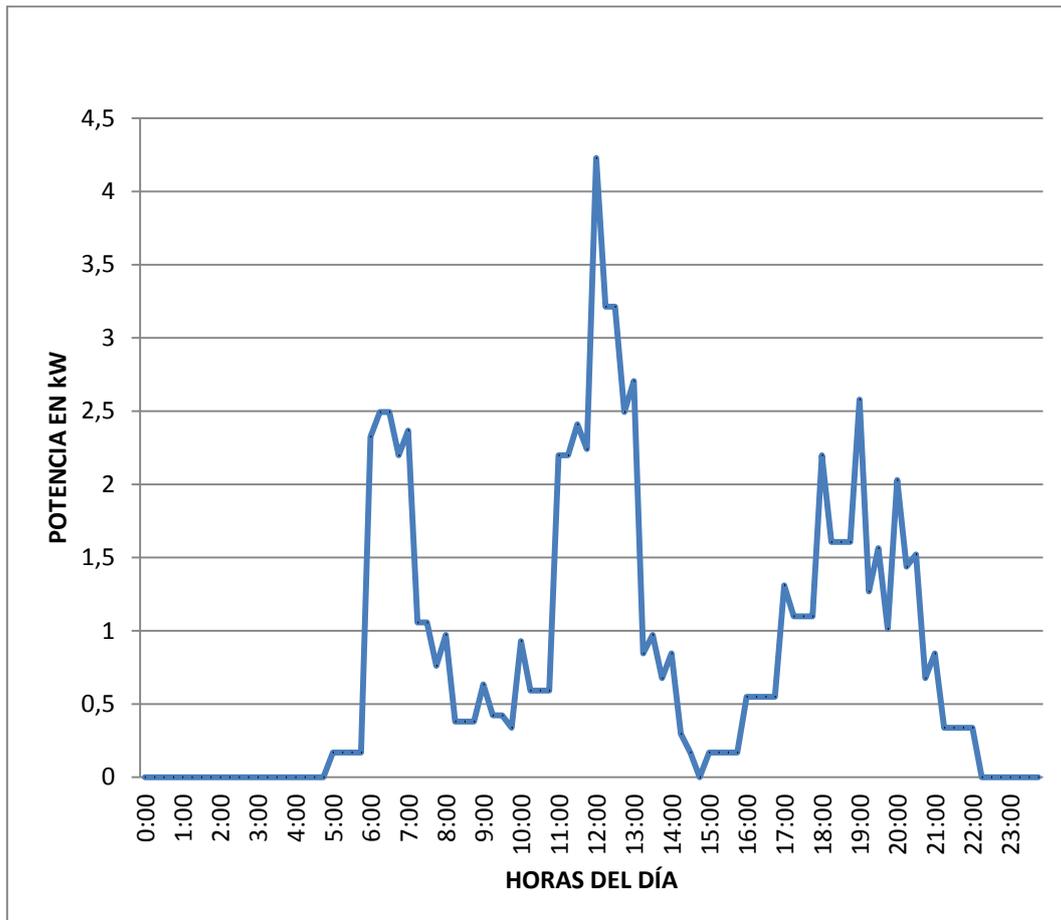


CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DE LA CATEGORÍA A

**CATEGORÍA B:**

Cientes		Demanda máxima 19h00 (kW)	Demanda máxima 12h00 (kW)
34	Promedio	2,58	4,23

## DEMANDA MÁXIMA DE LA CATEGORÍA B

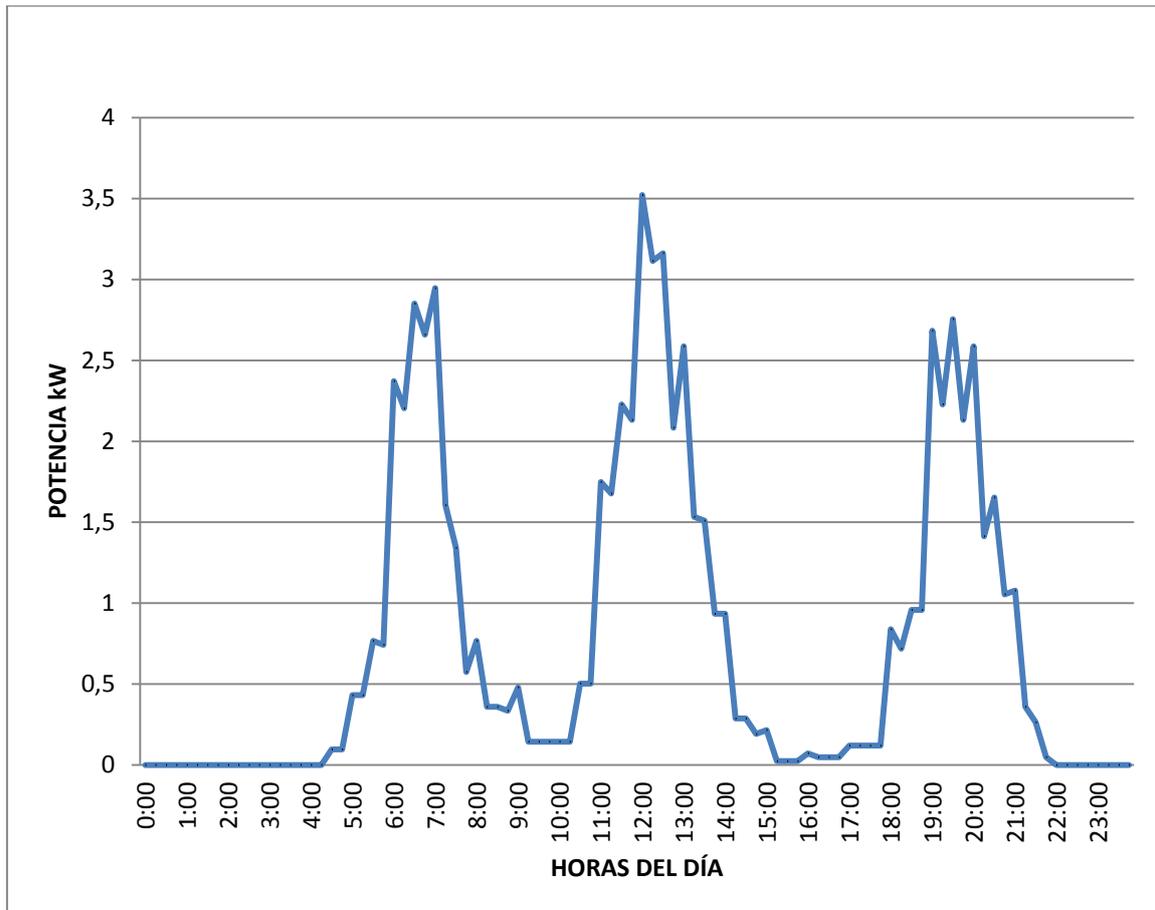


CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DE LA CATEGORÍA B

**CATEGORÍA C:**

Clientes		Demanda máxima 19h30 (kW)	Demanda máxima 12h00 (kW)
60	promedio	2,755	3,522

DEMANDA MÁXIMA DE LA CATEGORÍA C

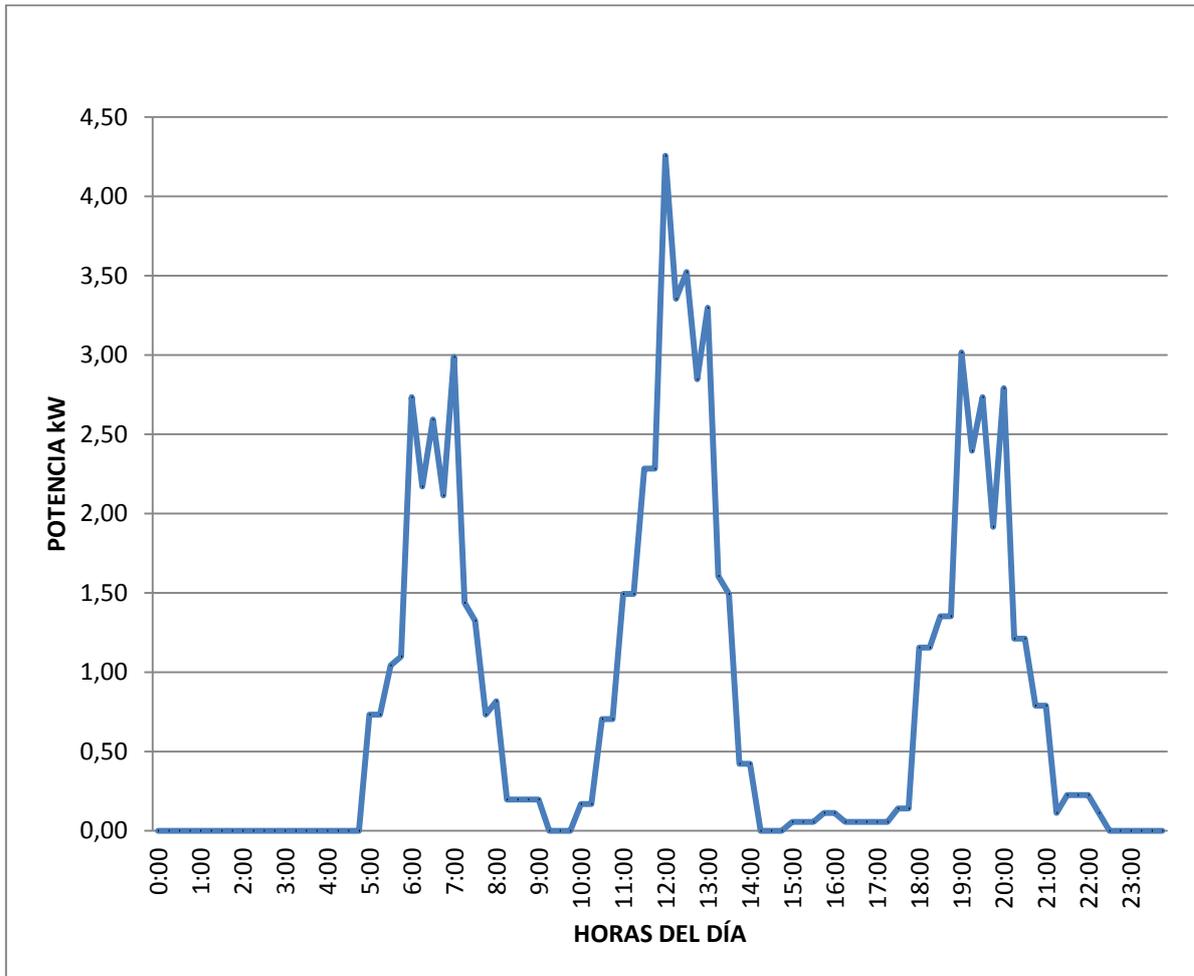


CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DE LA CATEGORÍA C

**CATEGORÍA D:**

Clientes		Demanda máxima 19h00 (kW)	Demanda máxima 12h00 (kW)
51	promedio	3,016	4,256

DEMANDA MÁXIMA DE LA CATEGORÍA D

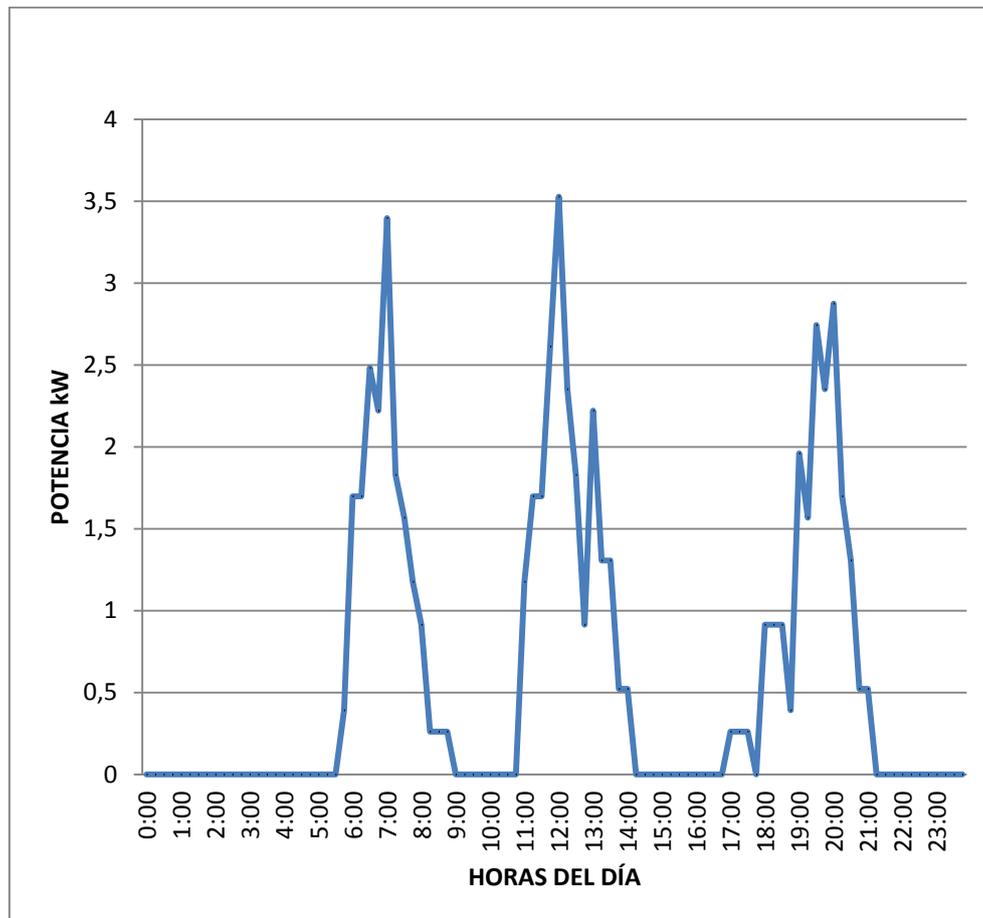


CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DE LA CATEGORÍA D

**CATEGORÍA E:**

Clientes		Demanda máxima en 20h00 (kW)	Demanda máxima 12h00 (kW)
11	promedio	2,875	3,528

DEMANDA MÁXIMA DE LA CATEGORÍA E



CURVA DE CARGA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN DE LA CATEGORÍA E

## ANEXO A4.4:

## DEMANDA MÁXIMA SEGÚN LA CATEGORÍA Y EL NÚMERO DE USARIOS CON Y SIN LAS COCINAS DE INDUCCIÓN

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROMEDIO (kVA) PROYECTADA (10 AÑOS)															
No Clientes	CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)						CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)						CATEGORÍAS DEL SECTOR URBANO (kVA)		
	SIN COCCIÓN (EXISTENTE)						COCCIÓN EFICIENTE						TOTAL		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	7,47	3,93	2,23	1,36	0,94	3,20	2,87	3,06	3,34	3,18	10,67	6,80	5,29	4,70	4,12
2	13,99	7,36	4,18	2,55	1,76	6,07	5,45	5,81	6,34	6,04	20,07	12,81	9,99	8,89	7,80
3	20,20	10,63	6,03	3,68	2,54	8,84	7,93	8,45	9,22	8,78	29,04	18,55	14,48	12,90	11,32
4	26,21	13,79	7,83	4,77	3,30	11,53	10,34	11,03	12,03	11,46	37,75	24,13	18,85	16,81	14,76
5	32,09	16,88	9,58	5,84	4,04	14,17	12,71	13,55	14,79	14,08	46,26	29,59	23,13	20,63	18,12
6	37,85	19,91	11,30	6,89	4,76	16,78	15,05	16,04	17,51	16,67	54,62	34,96	27,34	24,40	21,43
7	43,52	22,89	12,99	7,92	5,48	19,35	17,35	18,50	20,19	19,22	62,86	40,24	31,49	28,11	24,70
8	49,11	25,84	14,66	8,94	6,18	21,89	19,63	20,93	22,84	21,75	71,00	45,47	35,59	31,79	27,93
9	54,64	28,74	16,31	9,95	6,88	24,41	21,89	23,34	25,47	24,25	79,04	50,63	39,65	35,42	31,13
10	60,11	31,62	17,94	10,94	7,56	26,90	24,13	25,73	28,08	26,73	87,01	55,75	43,67	39,02	34,30
11	65,52	34,47	19,56	11,93	8,25	29,38	26,35	28,10	30,67	29,20	94,91	60,82	47,66	42,60	37,44
12	70,90	37,30	21,16	12,91	8,92	31,84	28,56	30,45	33,24	31,64	102,74	65,86	51,61	46,14	40,57
13	76,23	40,10	22,76	13,88	9,59	34,29	30,75	32,79	35,79	34,07	110,52	70,86	55,54	49,67	43,67
14	81,52	42,89	24,34	14,84	10,26	36,72	32,93	35,11	38,33	36,49	118,24	75,82	59,45	53,17	46,75
15	86,77	45,65	25,90	15,80	10,92	39,14	35,10	37,43	40,85	38,90	125,91	80,76	63,33	56,65	49,81
16	92,00	48,40	27,46	16,75	11,58	41,55	37,26	39,73	43,36	41,29	133,54	85,66	67,19	60,11	52,86
17	97,19	51,13	29,01	17,69	12,23	43,94	39,41	42,02	45,86	43,67	141,13	90,54	71,03	63,56	55,90
18	102,35	53,85	30,55	18,63	12,88	46,33	41,55	44,30	48,35	46,04	148,68	95,40	74,86	66,99	58,92
19	107,49	56,55	32,09	19,57	13,53	48,70	43,68	46,57	50,83	48,40	156,19	100,23	78,66	70,40	61,92
20	112,60	59,24	33,61	20,50	14,17	51,07	45,80	48,83	53,30	50,75	163,67	105,04	82,45	73,80	64,92



21	117,69	61,91	35,13	21,43	14,81	53,42	47,92	51,09	55,76	53,09	171,11	109,83	86,22	77,19	67,90
22	122,75	64,58	36,64	22,35	15,45	55,77	50,02	53,33	58,21	55,42	178,52	114,60	89,98	80,56	70,87
23	127,79	67,23	38,15	23,27	16,08	58,11	52,12	55,57	60,66	57,75	185,90	119,35	93,72	83,92	73,83
24	132,81	69,87	39,65	24,18	16,71	60,45	54,21	57,80	63,09	60,07	193,26	124,09	97,45	87,27	76,78
25	137,81	72,50	41,14	25,09	17,34	62,77	56,30	60,02	65,52	62,38	200,58	128,80	101,17	90,61	79,72
26	142,80	75,13	42,63	26,00	17,97	65,09	58,38	62,24	67,94	64,68	207,89	133,50	104,87	93,93	82,65
27	147,76	77,74	44,11	26,90	18,59	67,40	60,45	64,45	70,35	66,98	215,16	138,19	108,56	97,25	85,57
28	152,71	80,34	45,59	27,80	19,22	69,71	62,52	66,66	72,75	69,27	222,41	142,86	112,24	100,56	88,49
29	157,64	82,94	47,06	28,70	19,84	72,00	64,58	68,85	75,15	71,55	229,64	147,51	115,91	103,85	91,39
30	162,56	85,52	48,53	29,60	20,46	74,30	66,63	71,05	77,55	73,83	236,85	152,16	119,57	107,14	94,29
31	167,45	88,10	49,99	30,49	21,07	76,58	68,69	73,23	79,93	76,11	244,04	156,78	123,22	110,42	97,18
32	172,34	90,67	51,45	31,38	21,69	78,87	70,73	75,42	82,32	78,37	251,20	161,40	126,86	113,69	100,06
33	177,21	93,23	52,90	32,26	22,30	81,14	72,77	77,59	84,69	80,63	258,35	166,00	130,49	116,95	102,93
34	182,07	95,79	54,35	33,15	22,91	83,41	74,81	79,76	87,06	82,89	265,48	170,60	134,11	120,21	105,80
35	186,91	98,33	55,80	34,03	23,52	85,68	76,84	81,93	89,43	85,14	272,59	175,18	137,73	123,46	108,66
36	191,74	100,87	57,24	34,91	24,13	87,94	78,87	84,09	91,79	87,39	279,68	179,75	141,33	126,70	111,52
37	196,55	103,41	58,68	35,79	24,73	90,20	80,89	86,25	94,14	89,63	286,75	184,30	144,93	129,93	114,37
38	201,36	105,94	60,11	36,66	25,34	92,45	82,91	88,40	96,49	91,87	293,81	188,85	148,51	133,15	117,21
39	206,15	108,46	61,54	37,53	25,94	94,70	84,93	90,55	98,84	94,10	300,85	193,39	152,09	136,37	120,04
40	210,93	110,97	62,97	38,40	26,54	96,94	86,94	92,70	101,18	96,33	307,87	197,91	155,67	139,58	122,88
41	215,70	113,48	64,39	39,27	27,14	99,18	88,95	94,84	103,52	98,56	314,88	202,43	159,23	142,79	125,70
42	220,46	115,99	65,81	40,14	27,74	101,41	90,95	96,97	105,85	100,78	321,87	206,94	162,79	145,99	128,52
43	225,21	118,48	67,23	41,00	28,34	103,64	92,95	99,11	108,18	102,99	328,85	211,44	166,34	149,18	131,33
44	229,95	120,98	68,65	41,86	28,94	105,87	94,95	101,24	110,50	105,21	335,82	215,93	169,88	152,37	134,14
45	234,68	123,46	70,06	42,73	29,53	108,09	96,94	103,36	112,82	107,42	342,77	220,41	173,42	155,55	136,95
46	239,39	125,95	71,47	43,58	30,12	110,31	98,94	105,48	115,14	109,62	349,71	224,88	176,95	158,72	139,75
47	244,10	128,42	72,87	44,44	30,72	112,53	100,92	107,60	117,45	111,82	356,63	229,35	180,47	161,89	142,54





48	248,80	130,90	74,27	45,30	31,31	114,74	102,91	109,72	119,76	114,02	363,54	233,80	183,99	165,06	145,33
49	253,49	133,36	75,67	46,15	31,90	116,95	104,89	111,83	122,06	116,22	370,44	238,25	187,50	168,21	148,11
50	258,17	135,83	77,07	47,00	32,49	119,15	106,86	113,94	124,37	118,41	377,32	242,69	191,01	171,37	150,90
51	262,84	138,28	78,47	47,85	33,08	121,35	108,84	116,04	126,66	120,60	384,20	247,12	194,51	174,52	153,67
52	267,51	140,74	79,86	48,70	33,66	123,55	110,81	118,15	128,96	122,78	391,06	251,55	198,01	177,66	156,44
53	272,16	143,18	81,25	49,55	34,25	125,75	112,78	120,25	131,25	124,96	397,91	255,97	201,49	180,80	159,21
54	276,81	145,63	82,63	50,40	34,83	127,94	114,75	122,34	133,54	127,14	404,75	260,38	204,98	183,93	161,97
55	281,44	148,07	84,02	51,24	35,42	130,13	116,71	124,44	135,82	129,32	411,57	264,78	208,46	187,06	164,73
56	286,07	150,51	85,40	52,08	36,00	132,32	118,67	126,53	138,10	131,49	418,39	269,18	211,93	190,19	167,49
57	290,70	152,94	86,78	52,92	36,58	134,50	120,63	128,61	140,38	133,66	425,20	273,57	215,40	193,31	170,24
58	295,31	155,36	88,16	53,76	37,16	136,68	122,58	130,70	142,66	135,83	431,99	277,95	218,86	196,42	172,99
59	299,92	157,79	89,53	54,60	37,74	138,86	124,54	132,78	144,93	137,99	438,78	282,33	222,32	199,54	175,73
60	304,52	160,21	90,91	55,44	38,32	141,03	126,49	134,86	147,20	140,15	445,55	286,70	225,77	202,64	178,47
61	309,11	162,62	92,28	56,28	38,90	143,20	128,44	136,94	149,47	142,31	452,32	291,06	229,22	205,75	181,21
62	313,70	165,04	93,65	57,11	39,47	145,37	130,38	139,01	151,73	144,46	459,07	295,42	232,66	208,85	183,94
63	318,28	167,45	95,01	57,95	40,05	147,54	132,33	141,09	154,00	146,62	465,82	299,77	236,10	211,94	186,67
64	322,85	169,85	96,38	58,78	40,63	149,70	134,27	143,15	156,25	148,77	472,55	304,12	239,53	215,03	189,39
65	327,41	172,25	97,74	59,61	41,20	151,87	136,20	145,22	158,51	150,92	479,28	308,46	242,96	218,12	192,12
66	331,97	174,65	99,10	60,44	41,77	154,03	138,14	147,29	160,76	153,06	486,00	312,79	246,39	221,20	194,84
67	336,52	177,05	100,46	61,27	42,35	156,18	140,08	149,35	163,01	155,21	492,70	317,12	249,81	224,28	197,55
68	341,07	179,44	101,82	62,10	42,92	158,34	142,01	151,41	165,26	157,35	499,40	321,44	253,23	227,36	200,27
69	345,61	181,83	103,17	62,92	43,49	160,49	143,94	153,47	167,51	159,48	506,09	325,76	256,64	230,43	202,97
70	350,14	184,21	104,53	63,75	44,06	162,64	145,87	155,52	169,75	161,62	512,78	330,08	260,05	233,50	205,68
71	354,67	186,59	105,88	64,57	44,63	164,78	147,79	157,58	171,99	163,75	519,45	334,38	263,45	236,56	208,38
72	359,19	188,97	107,23	65,39	45,20	166,93	149,71	159,63	174,23	165,89	526,12	338,68	266,85	239,63	211,08
73	363,70	191,35	108,58	66,22	45,77	169,07	151,64	161,68	176,47	168,02	532,77	342,98	270,25	242,68	213,78
74	368,21	193,72	109,92	67,04	46,33	171,21	153,56	163,72	178,70	170,14	539,42	347,27	273,64	245,74	216,48





75	372,71	196,09	111,27	67,86	46,90	173,35	155,47	165,77	180,93	172,27	546,06	351,56	277,03	248,79	219,17
76	377,21	198,45	112,61	68,68	47,47	175,49	157,39	167,81	183,16	174,39	552,70	355,84	280,42	251,84	221,86
77	381,70	200,82	113,95	69,49	48,03	177,62	159,30	169,85	185,39	176,51	559,32	360,12	283,80	254,89	224,54
78	386,19	203,18	115,29	70,31	48,60	179,75	161,22	171,89	187,62	178,63	565,94	364,39	287,18	257,93	227,23
79	390,67	205,53	116,63	71,13	49,16	181,88	163,13	173,93	189,84	180,75	572,55	368,66	290,55	260,97	229,91
80	395,15	207,89	117,96	71,94	49,72	184,01	165,03	175,96	192,06	182,86	579,16	372,92	293,92	264,00	232,58
81	399,62	210,24	119,30	72,76	50,29	186,14	166,94	177,99	194,28	184,97	585,75	377,18	297,29	267,03	235,26
82	404,08	212,59	120,63	73,57	50,85	188,26	168,85	180,02	196,50	187,08	592,34	381,44	300,65	270,06	237,93
83	408,54	214,94	121,96	74,38	51,41	190,38	170,75	182,05	198,71	189,19	598,92	385,68	304,01	273,09	240,60
84	413,00	217,28	123,29	75,19	51,97	192,50	172,65	184,08	200,92	191,30	605,50	389,93	307,37	276,11	243,27
85	417,45	219,62	124,62	76,00	52,53	194,62	174,55	186,11	203,13	193,40	612,07	394,17	310,72	279,14	245,93
86	421,89	221,96	125,95	76,81	53,09	196,74	176,45	188,13	205,34	195,51	618,63	398,41	314,08	282,15	248,60
87	426,33	224,30	127,27	77,62	53,65	198,85	178,34	190,15	207,55	197,61	625,18	402,64	317,42	285,17	251,26
88	430,77	226,63	128,60	78,43	54,21	200,96	180,24	192,17	209,76	199,71	631,73	406,87	320,77	288,18	253,91
89	435,20	228,96	129,92	79,23	54,76	203,07	182,13	194,19	211,96	201,80	638,27	411,09	324,11	291,19	256,57
90	439,63	231,29	131,24	80,04	55,32	205,18	184,02	196,21	214,16	203,90	644,81	415,31	327,45	294,20	259,22
91	444,05	233,61	132,56	80,84	55,88	207,29	185,91	198,22	216,36	205,99	651,34	419,53	330,78	297,20	261,87
92	448,46	235,94	133,88	81,65	56,43	209,40	187,80	200,23	218,56	208,09	657,86	423,74	334,11	300,20	264,52
93	452,88	238,26	135,20	82,45	56,99	211,50	189,69	202,25	220,75	210,18	664,37	427,95	337,44	303,20	267,17
94	457,28	240,58	136,51	83,25	57,54	213,60	191,57	204,26	222,95	212,27	670,88	432,15	340,77	306,20	269,81
95	461,69	242,90	137,83	84,06	58,10	215,70	193,46	206,26	225,14	214,35	677,39	436,35	344,09	309,19	272,45
96	466,09	245,21	139,14	84,86	58,65	217,80	195,34	208,27	227,33	216,44	683,88	440,55	347,41	312,18	275,09
97	470,48	247,52	140,45	85,66	59,20	219,90	197,22	210,28	229,52	218,52	690,38	444,74	350,73	315,17	277,73
98	474,87	249,83	141,76	86,46	59,76	221,99	199,10	212,28	231,70	220,60	696,86	448,93	354,04	318,16	280,36
99	479,26	252,14	143,07	87,25	60,31	224,09	200,98	214,28	233,89	222,69	703,34	453,12	357,35	321,14	282,99
100	483,64	254,44	144,38	88,05	60,86	226,18	202,85	216,28	236,07	224,76	709,82	457,30	360,66	324,13	285,62
101	488,02	256,75	145,69	88,85	61,41	228,27	204,73	218,28	238,26	226,84	716,28	461,48	363,97	327,10	288,25





102	492,39	259,05	146,99	89,65	61,96	230,36	206,60	220,28	240,44	228,92	722,75	465,65	367,27	330,08	290,88
103	496,76	261,35	148,30	90,44	62,51	232,44	208,47	222,28	242,61	230,99	729,20	469,82	370,57	333,06	293,50
104	501,12	263,64	149,60	91,24	63,06	234,53	210,34	224,27	244,79	233,06	735,66	473,99	373,87	336,03	296,12
105	505,49	265,94	150,90	92,03	63,61	236,62	212,21	226,26	246,97	235,14	742,10	478,15	377,16	339,00	298,75
106	509,84	268,23	152,20	92,82	64,16	238,70	214,08	228,26	249,14	237,21	748,54	482,31	380,46	341,96	301,36
107	514,20	270,52	153,50	93,62	64,70	240,78	215,95	230,25	251,31	239,27	754,98	486,47	383,75	344,93	303,98
108	518,55	272,81	154,80	94,41	65,25	242,86	217,81	232,23	253,48	241,34	761,41	490,63	387,04	347,89	306,59
109	522,89	275,10	156,10	95,20	65,80	244,94	219,68	234,22	255,65	243,41	767,83	494,78	390,32	350,85	309,21
110	527,24	277,38	157,39	95,99	66,35	247,02	221,54	236,21	257,82	245,47	774,25	498,92	393,60	353,81	311,82
111	531,58	279,66	158,69	96,78	66,89	249,09	223,40	238,19	259,99	247,53	780,67	503,07	396,88	356,77	314,43
112	535,91	281,94	159,98	97,57	67,44	251,17	225,26	240,18	262,15	249,60	787,08	507,21	400,16	359,72	317,03
113	540,24	284,22	161,28	98,36	67,98	253,24	227,12	242,16	264,32	251,66	793,48	511,35	403,44	362,67	319,64
114	544,57	286,50	162,57	99,15	68,53	255,31	228,98	244,14	266,48	253,71	799,88	515,48	406,71	365,62	322,24
115	548,89	288,78	163,86	99,93	69,07	257,38	230,84	246,12	268,64	255,77	806,27	519,61	409,98	368,57	324,84
116	553,21	291,05	165,15	100,72	69,61	259,45	232,69	248,10	270,80	257,83	812,66	523,74	413,25	371,52	327,44
117	557,53	293,32	166,44	101,51	70,16	261,52	234,55	250,07	272,96	259,88	819,05	527,87	416,51	374,46	330,04
118	561,85	295,59	167,73	102,29	70,70	263,58	236,40	252,05	275,11	261,93	825,43	531,99	419,78	377,40	332,64
119	566,16	297,86	169,01	103,08	71,24	265,65	238,25	254,02	277,27	263,99	831,80	536,11	423,04	380,34	335,23
120	570,46	300,12	170,30	103,86	71,79	267,71	240,10	256,00	279,42	266,04	838,17	540,23	426,30	383,28	337,82
121	574,77	302,39	171,58	104,64	72,33	269,77	241,95	257,97	281,57	268,09	844,54	544,34	429,55	386,22	340,41
122	579,07	304,65	172,87	105,43	72,87	271,83	243,80	259,94	283,73	270,13	850,90	548,45	432,81	389,15	343,00
123	583,36	306,91	174,15	106,21	73,41	273,89	245,65	261,91	285,88	272,18	857,26	552,56	436,06	392,08	345,59
124	587,66	309,17	175,43	106,99	73,95	275,95	247,49	263,88	288,02	274,23	863,61	556,66	439,31	395,01	348,18
125	591,95	311,43	176,71	107,77	74,49	278,01	249,34	265,85	290,17	276,27	869,95	560,76	442,56	397,94	350,76
126	596,23	313,68	177,99	108,55	75,03	280,06	251,18	267,81	292,32	278,31	876,30	564,86	445,80	400,87	353,34
127	600,52	315,93	179,27	109,33	75,57	282,12	253,03	269,78	294,46	280,36	882,64	568,96	449,05	403,79	355,92
128	604,80	318,19	180,55	110,11	76,11	284,17	254,87	271,74	296,60	282,40	888,97	573,05	452,29	406,72	358,50





129	609,07	320,44	181,83	110,89	76,64	286,22	256,71	273,70	298,75	284,44	895,30	577,14	455,53	409,64	361,08
130	613,35	322,69	183,10	111,67	77,18	288,28	258,55	275,66	300,89	286,47	901,62	581,23	458,76	412,55	363,66
131	617,62	324,93	184,38	112,44	77,72	290,33	260,39	277,62	303,03	288,51	907,95	585,32	462,00	415,47	366,23
132	621,89	327,18	185,65	113,22	78,26	292,37	262,22	279,58	305,17	290,55	914,26	589,40	465,23	418,39	368,80
133	626,15	329,42	186,92	114,00	78,79	294,42	264,06	281,54	307,30	292,58	920,57	593,48	468,46	421,30	371,37
134	630,42	331,66	188,20	114,77	79,33	296,47	265,89	283,50	309,44	294,61	926,88	597,56	471,69	424,21	373,94
135	634,67	333,90	189,47	115,55	79,87	298,51	267,73	285,45	311,57	296,65	933,19	601,63	474,92	427,12	376,51
136	638,93	336,14	190,74	116,32	80,40	300,56	269,56	287,41	313,71	298,68	939,49	605,71	478,15	430,03	379,08
137	643,18	338,38	192,01	117,10	80,94	302,60	271,39	289,36	315,84	300,71	945,78	609,78	481,37	432,94	381,64
138	647,43	340,62	193,28	117,87	81,47	304,64	273,23	291,31	317,97	302,74	952,07	613,84	484,59	435,84	384,21
139	651,68	342,85	194,54	118,65	82,01	306,68	275,06	293,26	320,10	304,77	958,36	617,91	487,81	438,75	386,77
140	655,92	345,09	195,81	119,42	82,54	308,72	276,88	295,22	322,23	306,79	964,65	621,97	491,03	441,65	389,33
141	660,17	347,32	197,08	120,19	83,07	310,76	278,71	297,16	324,36	308,82	970,93	626,03	494,24	444,55	391,89
142	664,41	349,55	198,34	120,96	83,61	312,80	280,54	299,11	326,48	310,84	977,20	630,09	497,46	447,45	394,45
143	668,64	351,77	199,61	121,73	84,14	314,83	282,37	301,06	328,61	312,87	983,47	634,14	500,67	450,34	397,01
144	672,87	354,00	200,87	122,50	84,67	316,87	284,19	303,01	330,73	314,89	989,74	638,19	503,88	453,24	399,56
145	677,10	356,23	202,13	123,27	85,20	318,90	286,02	304,95	332,86	316,91	996,01	642,24	507,09	456,13	402,11
146	681,33	358,45	203,40	124,04	85,74	320,94	287,84	306,90	334,98	318,93	1002,27	646,29	510,29	459,02	404,67
147	685,56	360,67	204,66	124,81	86,27	322,97	289,66	308,84	337,10	320,95	1008,52	650,34	513,50	461,91	407,22
148	689,78	362,90	205,92	125,58	86,80	325,00	291,48	310,78	339,22	322,97	1014,78	654,38	516,70	464,80	409,77
149	694,00	365,12	207,18	126,35	87,33	327,03	293,30	312,72	341,34	324,99	1021,03	658,42	519,90	467,69	412,32
150	698,21	367,33	208,44	127,12	87,86	329,06	295,12	314,66	343,45	327,00	1027,27	662,46	523,10	470,57	414,86
151	702,43	369,55	209,69	127,89	88,39	331,09	296,94	316,60	345,57	329,02	1033,51	666,49	526,30	473,46	417,41
152	706,64	371,77	210,95	128,65	88,92	333,11	298,76	318,54	347,69	331,03	1039,75	670,53	529,49	476,34	419,95
153	710,85	373,98	212,21	129,42	89,45	335,14	300,58	320,48	349,80	333,04	1045,99	674,56	532,68	479,22	422,50
154	715,05	376,19	213,46	130,18	89,98	337,16	302,39	322,41	351,91	335,06	1052,22	678,59	535,88	482,10	425,04
155	719,26	378,41	214,72	130,95	90,51	339,19	304,21	324,35	354,03	337,07	1058,45	682,61	539,07	484,98	427,58





156	723,46	380,62	215,97	131,71	91,04	341,21	306,02	326,28	356,14	339,08	1064,67	686,64	542,26	487,85	430,12
157	727,66	382,82	217,23	132,48	91,57	343,23	307,84	328,22	358,25	341,09	1070,89	690,66	545,44	490,73	432,65
158	731,85	385,03	218,48	133,24	92,09	345,25	309,65	330,15	360,36	343,10	1077,11	694,68	548,63	493,60	435,19
159	736,05	387,24	219,73	134,01	92,62	347,27	311,46	332,08	362,47	345,10	1083,32	698,70	551,81	496,47	437,72
160	740,24	389,44	220,98	134,77	93,15	349,29	313,27	334,01	364,57	347,11	1089,53	702,71	554,99	499,34	440,26
161	744,43	391,65	222,23	135,53	93,68	351,31	315,08	335,94	366,68	349,12	1095,74	706,73	558,17	502,21	442,79
162	748,61	393,85	223,48	136,29	94,20	353,33	316,89	337,87	368,79	351,12	1101,94	710,74	561,35	505,08	445,32
163	752,80	396,05	224,73	137,06	94,73	355,34	318,70	339,80	370,89	353,12	1108,14	714,75	564,53	507,95	447,85
164	756,98	398,25	225,98	137,82	95,26	357,36	320,51	341,73	372,99	355,13	1114,34	718,76	567,70	510,81	450,38
165	761,16	400,45	227,23	138,58	95,78	359,37	322,31	343,65	375,10	357,13	1120,53	722,76	570,88	513,67	452,91
166	765,33	402,65	228,47	139,34	96,31	361,39	324,12	345,58	377,20	359,13	1126,72	726,76	574,05	516,54	455,44
167	769,51	404,84	229,72	140,10	96,83	363,40	325,92	347,50	379,30	361,13	1132,91	730,77	577,22	519,40	457,96
168	773,68	407,04	230,96	140,86	97,36	365,41	327,73	349,42	381,40	363,13	1139,09	734,76	580,39	522,26	460,48
169	777,85	409,23	232,21	141,62	97,88	367,42	329,53	351,35	383,50	365,13	1145,27	738,76	583,56	525,11	463,01
170	782,02	411,42	233,45	142,37	98,41	369,43	331,33	353,27	385,59	367,12	1151,45	742,76	586,72	527,97	465,53
171	786,18	413,61	234,70	143,13	98,93	371,44	333,14	355,19	387,69	369,12	1157,62	746,75	589,89	530,82	468,05
172	790,34	415,80	235,94	143,89	99,45	373,45	334,94	357,11	389,79	371,11	1163,79	750,74	593,05	533,68	470,57
173	794,50	417,99	237,18	144,65	99,98	375,46	336,74	359,03	391,88	373,11	1169,96	754,73	596,21	536,53	473,09
174	798,66	420,18	238,42	145,41	100,50	377,46	338,54	360,95	393,98	375,10	1176,12	758,72	599,37	539,38	475,60
175	802,82	422,36	239,66	146,16	101,02	379,47	340,34	362,87	396,07	377,10	1182,28	762,70	602,53	542,23	478,12
176	806,97	424,55	240,90	146,92	101,55	381,47	342,13	364,78	398,16	379,09	1188,44	766,68	605,69	545,08	480,63
177	811,12	426,73	242,14	147,67	102,07	383,48	343,93	366,70	400,25	381,08	1194,60	770,66	608,84	547,93	483,15
178	815,27	428,92	243,38	148,43	102,59	385,48	345,73	368,61	402,34	383,07	1200,75	774,64	611,99	550,77	485,66
179	819,42	431,10	244,62	149,18	103,11	387,48	347,52	370,53	404,43	385,06	1206,90	778,62	615,15	553,62	488,17
180	823,56	433,28	245,86	149,94	103,63	389,48	349,32	372,44	406,52	387,05	1213,04	782,60	618,30	556,46	490,68
181	827,70	435,46	247,09	150,69	104,16	391,48	351,11	374,36	408,61	389,04	1219,19	786,57	621,45	559,30	493,19
182	831,84	437,64	248,33	151,45	104,68	393,48	352,90	376,27	410,70	391,02	1225,32	790,54	624,60	562,14	495,70





183	835,98	439,81	249,56	152,20	105,20	395,48	354,70	378,18	412,78	393,01	1231,46	794,51	627,74	564,98	498,21
184	840,12	441,99	250,80	152,95	105,72	397,48	356,49	380,09	414,87	394,99	1237,60	798,48	630,89	567,82	500,71
185	844,25	444,16	252,03	153,71	106,24	399,48	358,28	382,00	416,95	396,98	1243,73	802,44	634,03	570,66	503,22
186	848,38	446,34	253,27	154,46	106,76	401,47	360,07	383,91	419,04	398,96	1249,85	806,41	637,17	573,49	505,72
187	852,51	448,51	254,50	155,21	107,28	403,47	361,86	385,82	421,12	400,95	1255,98	810,37	640,31	576,33	508,22
188	856,64	450,68	255,73	155,96	107,80	405,46	363,65	387,72	423,20	402,93	1262,10	814,33	643,45	579,16	510,72
189	860,76	452,85	256,96	156,71	108,32	407,46	365,44	389,63	425,28	404,91	1268,22	818,29	646,59	581,99	513,22
190	864,89	455,02	258,19	157,46	108,83	409,45	367,22	391,54	427,36	406,89	1274,34	822,25	649,73	584,82	515,72
191	869,01	457,19	259,42	158,21	109,35	411,44	369,01	393,44	429,44	408,87	1280,45	826,20	652,86	587,65	518,22
192	873,13	459,36	260,65	158,96	109,87	413,43	370,80	395,34	431,52	410,85	1286,56	830,15	656,00	590,48	520,72
193	877,25	461,52	261,88	159,71	110,39	415,42	372,58	397,25	433,60	412,83	1292,67	834,11	659,13	593,31	523,22
194	881,36	463,69	263,11	160,46	110,91	417,41	374,37	399,15	435,67	414,80	1298,77	838,06	662,26	596,14	525,71
195	885,47	465,85	264,34	161,21	111,43	419,40	376,15	401,05	437,75	416,78	1304,88	842,00	665,39	598,96	528,21
196	889,59	468,01	265,57	161,96	111,94	421,39	377,93	402,95	439,83	418,76	1310,98	845,95	668,52	601,79	530,70
197	893,69	470,18	266,79	162,71	112,46	423,38	379,72	404,86	441,90	420,73	1317,07	849,89	671,65	604,61	533,19
198	897,80	472,34	268,02	163,46	112,98	425,36	381,50	406,75	443,97	422,71	1323,17	853,84	674,77	607,43	535,68
199	901,91	474,50	269,24	164,20	113,49	427,35	383,28	408,65	446,05	424,68	1329,26	857,78	677,90	610,25	538,17
200	906,01	476,66	270,47	164,95	114,01	429,34	385,06	410,55	448,12	426,65	1335,35	861,72	681,02	613,07	540,66

