



UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ELÉCTRICA**

**“INCIDENCIA DEL PROGRAMA ‘COCCIÓN EFICIENTE’
EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR
RESIDENCIAL RURAL DE LA CIUDAD DE CUENCA”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTORES:

Carlos Mauricio Orellana Uguña
Marcos Iván Pañi Uguña

DIRECTOR:

Ing. Pedro León Córdova

TUTORES:

Ing. Santiago Machado Solís
Ing. Ramiro Ávila Campoverde

**Cuenca – Ecuador
2015**



RESUMEN

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, al ser la Empresa prestadora del servicio de energía eléctrica, ha visto la necesidad de determinar el nivel de incidencia que trae la introducción de las cocinas a inducción en el área rural de la ciudad de Cuenca. Es por esta razón que la presente tesis tiene como objetivo determinar los Factores de Coincidencia, que ayudará a determinar la incidencia del programa de Cocción Eficiente en la Demanda Máxima Unitaria en el sector residencial rural de la ciudad de Cuenca.

El primer capítulo engloba los antecedentes, alcance, justificación y objetivos en el cual se indican las razones del desarrollo de este tema, además se indican las zonas de cobertura por parte de la Empresa Eléctrica.

En el segundo capítulo se indican diferentes métodos utilizados por las Empresas Destruidoras para el cálculo de las Cargas Instaladas, Demanda Máxima Unitaria, etc.

En el tercer capítulo se indica los resultados obtenidos a través de las encuestas realizadas sobre las costumbres de cocción de alimentos.

En el cuarto capítulo se centra el desarrollo de este trabajo monográfico, ya que en esta se indica en detalle los pasos que se siguen.

En el quinto capítulo se realiza la justificación de los datos obtenidos mediante la comparación con nuevas encuestas realizadas, además se indican las ecuaciones respectivas pertenecientes a los del Factor de Coincidencia, Demanda Diversificada y Demanda Máxima Unitaria de las cocinas a inducción

Y finalmente se indican las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Palabras claves:

Plan de Cocción Eficiente, Factor de Coincidencia, Factor de Diversidad, Cocina a Inducción, Curva de Carga, Demanda Máxima Unitaria, Demanda Máxima Proyectada



ABSTRACT

The Electric Company Regional Centro Sur, at be the Company, provider of electric service, has seen the need to determine the level of impact that brings the introduction of induction cookers in rural areas of the city of Cuenca. It is for this reason that this thesis have how objective determine Coincidence Factors that help determine the impact of the program Efficient Cooking, in the Maximum unitary demand, in the rural residential area of the city of Cuenca.

The first chapter covers the background, scope, justification and objectives in which indicate the reasons for developing this theme, also be show coverage areas by part the Electric Company.

In the second chapter be show different methods used by Distribution Company for calculating charges Installed, , etc.

In the third chapter be show the results through surveys made about the customs of cooking food.

In the fourth chapter develops the monograph detailing the steps followed.

In the fifth chapter we do the justification the data obtained through comparisons with new surveys, further we show the equations of Coincidence Factor, Diversified Demand and Maximum Unitary Demand of the Induction Cookers.

And finally the conclusion and recommendations are given.

Keywords:

Plan de Cocción Eficiente, Factor de Coincidencia, Factor de Diversidad, Cocina a Inducción, Curva de Carga, Demanda Máxima Unitaria, Demanda Máxima Proyectada



CONTENIDO

CERTIFICADO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	15
AGRADECIMIENTO	16
CAPÍTULO 1	17
1.1.- GENERALIDADES	17
1.1.1.- Introducción.....	17
1.1.2.- Objetivos	17
1.1.3.- Alcance	18
1.1.4.- Justificaciones.....	18
1.1.5.- Metodología	19
1.2.- MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR.....	19
1.2.1.- DESCRIPCIÓN	19
1.2.2.- RECURSOS ENERGÉTICOS PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	20
1.2.3.- EL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BUEN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (DEMANDA)	21
1.2.4.- IMPACTO DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN EN LA MATRIZ ENERGÉTICA.....	22
1.3.- EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR	23
1.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	23
1.3.1.1.- MISIÓN	23
1.3.1.2.- VISIÓN.....	23
1.3.1.3.- OBJETIVOS INSTITUCIONALES	23
1.3.1.4.- VALORES.....	23
1.3.2.- ÁREA DE SERVICIO.....	24
1.3.3.- EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CENTROSUR	28
1.4.- CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD	44
1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS	45
CAPÍTULO 2	50
ANÁLISIS DEL ENTORNO	50



2.1.- MÉTODO UTILIZADO POR LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI “ELEPCO S.A.”	50
2.1.1.- CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA DEMANDA	50
2.1.1.1.- CATEGORIZACIÓN DEL CLIENTE	50
2.1.1.1.1.- CATEGORÍA A	51
2.1.1.1.2.- CATEGORÍA B	51
2.1.1.1.3.- CATEGORÍA C	51
2.1.1.2.- RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
2.1.1.3.- MÉTODO REA.....	52
2.1.1.4.-CÁLCULO DE LA TASA DE INCREMENTO.....	52
2.1.1.5.- CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA....	53
2.1.1.6.- CÁLCULO DEL FACTOR DE DIVERSIDAD	53
2.2.- MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.....	54
2.2.1.- DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA	55
2.3.- MÉTODO DE LA CENTROSUR	59
2.3.1.- CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA	59
2.3.2.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE DISEÑO	61
2.4.- MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO NORTE AMBATO	62
2.4.1.- DESCRIPCIÓN	62
CAPÍTULO 3	65
METODOLOGÍA PARA LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	65
3.1.- CARACTERÍSTICAS Y COSTUMBRES DE ALIMENTACIÓN EN LAS PARROQUIAS RURALES DE CUENCA	65
3.2.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INCIDENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN.....	67
3.2.1.- POBLACIÓN, SECTORES Y SEGMENTOS A REALIZAR EL ESTUDIO... 67	
3.2.2.- DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	69
3.2.2.1.- Tamaño de la muestra	69
3.3.- PROCESO Y ANÁLISIS DE RESULTADO.....	75
3.3.1.- Curvas de hábito de uso Horario o Factor de Variación Horario de Cocinas y Calefón a base de GLP, Ducha Eléctrica.....	77
3.3.2.- Curvas de carga de la Cocina a Inducción (reemplazando la cocina a GLP), Ducha Eléctrica y Calefón a GLP.	87
CAPÍTULO 4	95
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	95
4.1.- FACTOR DE COINCIDENCIA	95



4.2.- METODOS PARA OBTENER LOS FACTORES DE COINCIDENCIA	95
4.2.1.- Aplicando la fórmula del factor de coincidencia y utilizando la hoja de cálculo Excel, se obtiene las siguientes gráficas.	95
4.2.2.- Aplicando el programa en Matlab	97
4.2.2.1.- Descripción de los programa	97
4.2.2.1.1.- “programa2”	97
4.2.2.1.2.- “programa3”	97
4.2.2.2.- Resultados obtenidos del Factor de coincidencia y utilizando la hoja de cálculo Excel, se obtiene las siguientes gráficas.	98
4.2.3.- Proceso para generas más encuestas a partir de las existentes.	100
4.3.- CÁLCULO DE LA DEMANADA DIVERSIFICADA (DD)	104
4.4.- CALCULO DE LA DEMANDA MAXIMA UNITARIA PROYECTADA (DMUp)..	107
4.5.- INCIDENCIA DE LAS COCINAS A INDUCCIÓN EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA DE LA E.E.R.C.S.	112
CAPÍTULO 5	118
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	118
5.1.- VALIDACIÓN DE FACTORES DE COINCIDENCIA OBTENIDOS	118
5.2.- TABLA DE RESULTADOS	121
CAPITULO 6	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6.1.- Conclusiones	126
6.2.- Recomendaciones	132
BIBLIOGRAFÍA.....	133
ANEXO 1	134
ANEXO 2	135
ANEXO 3	135
ANEXO 4	136
ANEXO 5	136
ANEXO 6	137
ANEXO 7	138
ANEXO 8	139
ANEXO 9	140



ANEXO 10	141
ANEXO 11	144
ANEXO 12	146
ANEXO 13	147
ANEXO 14	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Reserva Energética del Ecuador	21
Figura 1.2 Cambio de la Matriz Energética	22
Figura 1.3 Área de Concesión de la Empresa Eléctrica – Junio 2014	25
Figura 1.4 Mapa del Área de Servicio de la CENTRO SUR – Junio 2014	26
Figura 1.5 Clientes por Tipo de Tarifa – Junio 2014	27
Figura 1.6 Demanda Diaria y Curva de Duración	46
Figura 3.1 Parroquias Rurales del Cantón Cuenca	66
Figura 3.2 Porcentaje de cargo por Energía	75
Figura 3. 3 Utilización del número de Hornillas	75
Figura 3.4 Utilización del número de cilindros de GLP	76
Figura 3.5 Equipos para calentar el agua.....	76
Figura 3.6 Tipos de Duchas	76
Figura 3.7 Tipos de Focos	77
Figura 3.8 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 0 – 50 kWh.....	78
Figura 3.9 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 51 – 110 kWh.....	78
Figura 3.10 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato Mayor a 110 kWh.....	79
Figura 3.11 Curva Total de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP	80
Figura 3.12 Curvas de Hábito de Uso Horario de la Ducha Eléctrica	81
Figura 3.13 Curvas de Hábito de Uso Horario del Calefón a base de GLP	81
Figura 3.14 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 0 – 50 kWh	83
Figura 3.15 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 51 – 110 kWh	83
Figura 3.16 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato mayor A 110 kWh	84
Figura 3.17 Curva Total de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP	85



Figura 3.18 Curvas de Hábito de Uso Horario de la Ducha Eléctrica 86

Figura 3.19 Curvas de Hábito de Uso Horario del Calefón a base de GLP 86

Figura 3.20 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato 0 – 50 kWh (# Total de Clientes)..... 88

Figura 3.21 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato 51 – 110 kWh (# Total de Clientes)..... 88

Figura 3.22 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato Mayor a 110 kWh (# Total de Clientes)..... 89

Figura 3.23 Curva de Demanda Total de la Cocina a Inducción 90

Figura 3.24 Curva de Demanda de las Ducha Eléctricas (# Total de Clientes) 91

Figura 3.25 Curva de Demanda de las Ducha de Calefón a base de GLP (# Total de Clientes) 91

Figura 3.26 Curva de Demanda de las Duchas Eléctrica (# Total de Clientes) 92

Figura 3.27 Curva Total De Las Demandas 93

Figura 3.28 Curva Total de las Demandas 94

Figura 4.1 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50 95

Figura 4.2 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110 96

Figura 4.3 Factor de Coincidencia Estrato > 110 96

Figura 4.4 Factor de Coincidencia Total de Clientes 96

Figura 4.5 Formato de Resultados 98

Figura 4.6 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50 98

Figura 4.7 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110 99

Figura 4.8 Factor de Coincidencia Estrato > 110 99

Figura 4.9 Factor de Coincidencia Total de Clientes 99

Figura 4.10 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50 102

Figura 4.11 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110 102

Figura 4.12 Factor de Coincidencia Estrato > 110 103

Figura 4.13 Factor de Coincidencia Total..... 103

Figura 4.14 Demanda Diversificada Estrato 0 - 50..... 105

Figura 4.15 Demanda Diversificada Estrato 51 - 110 105

Figura 4.16 Demanda Diversificada Estrato > 110 106

Figura 4.17 Demanda Diversificada Total 106

Figura 4.18 DMUp Estrato 0 - 50 108

Figura 4.19 DMUp Estrato 51 - 110 109

Figura 4.20 DMUp Estrato > 110 110

Figura 4.21 DMUp Total..... 111

Figura 4.22 DMUp Estrato H..... 112

Figura 4.23 DMUp Estrato G..... 113

Figura 4.24 DMUp Estrato F 114



Figura 4.25 DMUp Estrato E 115
 Figura 4.26 DMUp Estrato D 116
 Figura 4.27 Demanda Proyectoada Estrato C 117

Figura 5.1 Validación de los Factores de Coincidencia Iniciales con las encuestas
 adicionales 118
 Figura 5.2 Comparación de la Curva de Energía 120
 Figura 5.3 Curvas de ajustes del Factor de Coincidencia 121

Figura 6.1 Demanda Diversificada de la Westinghouse 128
 Figura 6. 2 Demanda Diversificada Calculada 128
 Figura 6.3 Factor de Coincidencia de la Westinghouse 130
 Figura 6. 4 Factor de Coincidencia Calculado 130
 Figura 6. 5 Curva de Carga diaria en por unidad 131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Proyectos Hidroeléctricos en Construcción 20
 Tabla 1.2 Valores de la Centro Sur 23
 Tabla 1.3 Extensión por Cantón – Junio 2014 24
 Tabla 1.4 Extensión por Cantón – Junio 2014 25
 Tabla 1.5 Clientes por Tipo de Tarifa – Junio 2014 27
 Tabla 1.6 Características de las Subestaciones – Junio 2014 28
 Tabla 1.7 Líneas de Subtransmisión – Junio 2014 29
 Tabla 1.8 Alimentadores Primarios- Julio 2014 31
 Tabla 1.9 Transformadores de Distribución – Julio 2014 34
 Tabla 1.10 Redes Secundarias sin Incluir la Troncal-(Enero-Julio-2014) 36
 Tabla 1.11 Redes Secundarias Pertencientes sólo a la Troncal – (Mayo- Julio 2014) 37
 Tabla 1.12 Acometidas Pertencientes sólo a la Troncal – (Mayo 2014) 37
 Tabla 1.13 Acometidas pertenecientes sólo a la Troncal – (Junio-Julio 2014) 38
 Tabla 1.14 Acometidas sin incluir la Troncal – (Enero - Marzo 2014) 38
 Tabla 1.15 Acometidas sin incluir la Troncal – (Abril - Julio 2014) 39
 Tabla 1.16 Luminarias de la Empresa Eléctrica – Julio 2014 40
 Tabla 1.17 Número de Acometidas y Medidores – Julio 2014 42
 Tabla 1.18 Clientes y Energía Facturada – Junio 2014 42
 Tabla 1.19 Distribución de Clientes – Agosto 2014 43

Tabla 2.1 División del Suelo y Tipo de Vivienda 54



Tabla 2.2 Plantilla para la determinación de Demandas Unitarias de Diseño	56
Tabla 2.3 Categorías de Abonados de la Centro Sur	59
Tabla 2.4 Abonados para el Área Urbana	60
Tabla 2.5 Abonados para el Área Rural	61
Tabla 2.6 Sectores Correspondientes a las Zonas de las Normas de la EEAARCN S.A.	62
Tabla 2.7 Determinación del Tipo de Usuario	63
Tabla 2.8 Demanda Máxima Unitaria Para Cada Categoría.....	64
Tabla 3.1 Clientes Residenciales Rurales de la Ciudad de Cuenca	68
Tabla 3.2 Categorías de la Centro Sur	72
Tabla 3.3 Tamaño de la Muestra por Estrato de la Zona Rural	72
Tabla 3.4 Tamaño de la Muestra para cada Parroquia en Zona Rural	73
Tabla 3.5 Agrupación tomando como referencia a las Parroquias con mayor número de Clientes.....	74
Tabla 4.1 Número de Clientes pertenecientes a cada Hornilla	100
Tabla 4.2 Probabilidad de Sucesos.....	100
Tabla 4.3 Probabilidad Acumulada	101
Tabla 4.4 Número de Clientes Generados	101
Tabla 4.5 DMUp CENTRO SUR	107
Tabla 5.1 Validación de los Factores de Coincidencia	119
Tabla 5.2 Parámetros de ajustes de las Curvas.....	122
Tabla 5.3 Ecuaciones de los Factores de Coincidencia, Demandas Diversificada y Demandas Máximas Unitarias de las Cocinas a Inducción	122
Tabla 5.4 Ecuaciones de la Demandas Máxima Unitarias para 10 y 15 años	123
Tabla 5.5 Demanda Máxima Unitaria establecida por la Empresa Eléctrica.....	123
Tabla 5.6 Resumen de la Demanda Máxima Unitaria Proyectadas para 10 años	124
Tabla 5.7 Resumen de la Demanda Máxima Unitaria Proyectadas para 15 años	125
Tabla 6.1 Validación de los Factores de Coincidencia	126
Tabla 6.2 Energía Promedio por Cliente	127
Tabla 6.3 Comparación de la Demanda Diversificada.....	127
Tabla 6.4 Comparación del Factor de Coincidencia	129



Universidad de Cuenca

Cláusula de Derechos de Autor

Carlos Mauricio Orellana Uguña, autor de la tesis **“INCIDENCIA DEL PROGRAMA ‘COCCIÓN EFICIENTE’ EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL RURAL 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 este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO ELÉCTRICO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 11 de febrero de 2015

Carlos Mauricio Orellana Uguña

C.I: 0106510332



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Carlos Mauricio Orellana Uguña, autor de la tesis **“INCIDENCIA DEL PROGRAMA ‘COCCIÓN EFICIENTE’ EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL RURAL 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, 11 de febrero de 2015

Carlos Mauricio Orellana Uguña

C.I: 0106510332



Universidad de Cuenca

Cláusula de Derechos de Autor

Marcos Iván Pañi Uguña, autor de la tesis **“INCIDENCIA DEL PROGRAMA ‘COCCIÓN EFICIENTE’ EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL RURAL 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 este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO ELÉCTRICO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 11 de febrero de 2015

Marcos Iván Pañi Uguña

C.I: 0106039142



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Marcos Iván Pañi Uguña, autor de la tesis **“INCIDENCIA DEL PROGRAMA ‘COCCIÓN EFICIENTE’ EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL RURAL 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, 11 de febrero de 2015

Marcos Iván Pañi Uguña

C.I: 0106039142



DEDICATORIA

La presente tesis dedico primeramente a Dios por darme las fuerzas necesarias en los momentos difíciles que ha transcurrido en mi vida, a mi madrecita Gloria por darme el apoyo incondicional, por los consejos que me ha brindado y ser un pilar fundamental en mi vida porque sin ella no hubiera cumplido esta meta importante, a mi hermana Jessica la cual me apoyo en los momentos más difícil y sobre todo por no dejar de confiar en mí, a mi padre José que me supo brindar su confianza, a mis hermanos José y Alberto, y si Dios me lo permita a mi futura esposa Gabriela Ortega que me supo apoyar desde el inicio de esta carrera sin ningún interés y por brindarme un regalo tan especial que es mi hijo Sebastián Orellana.

Carlos Orellana

La presente tesis se la dedico a toda mi familia, y con todo cariño a mis papas Carlos y María que me supieron apoyar e incentivar en el transcurso de toda mi vida y por enseñarme que las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar para cumplir los objetivos propuestos.

A mis hermanos y a todos mis amigos quienes siempre me estuvieron apoyando y por brindarme su tiempo y comprensión de manera incondicional.

Y sobre todo a Dios por darme salud y la fuerza necesaria para seguir adelante cada día.

Marcos Pañi



AGRADECIMIENTO

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente, intervinieron varias personas leyendo, analizando, corrigiendo, teniendo paciencia, apoyando en los momentos tanto buenos como malos, por ende es grato mencionar y agradecer con total sinceridad y humildad.

Al Ing. Pedro León e Ing. Santiago Machado, Ing. Ramiro Ávila, Director y Tutores de la tesis respectivamente, quienes con voluntad y entrega contribuyeron en el desarrollo del Tema.

Al Ing. Patricio Quituisaca e Ing. Miguel Arévalo, que con sus conocimientos e ideas aportaron en la culminación del Trabajo Monográfico.

A la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A, a los Departamentos de Planificación, Distribución y SIGADE, por habernos abierto las puertas, facilitando la información necesaria para el desarrollo de la tesis.

A la Universidad de Cuenca por abrir este espacio de formación académica de tanta importancia, la cual nos ha forjado como hombres profesionales, para servir y ayudar a la Comunidad.



CAPÍTULO 1

1.1.- GENERALIDADES

1.1.1.- Introducción

El Gobierno Nacional ha visto la necesidad de eliminar los subsidio del gas licuado de petróleo (GLP), que representa un problema económico para el Estado, debido a que esta inversión se lo podría destinar al desarrollo del país, como por ejemplo en la educación, salud y vialidad.

Para llevar a cabo este objetivo el Gobierno ha propuesto la implementación de los proyectos hidroeléctricos, con el fin de modificar así la matriz energética y sustituir el uso del gas licuado de petróleo en los sectores residenciales, utilizado en la cocción de alimentos, por sistemas eléctricos eficientes consiguiendo la denominada cocción eficiente.

El programa de cocción eficiente impulsada por el Gobierno Nacional consiste en sustituir las cocinas de GLP por cocinas de inducción eléctrica, lo cual implica un incremento de carga en el sistema de distribución de eléctrica, por lo que el diseño y dimensionamiento de las redes de distribución deben acoplarse a la demanda máxima unitaria, este es un tema de gran relevancia ya que significa reestructurar el actual modelo de distribución de la energía eléctrica del país.

1.1.2.- Objetivos

Objetivo General

Realizar un estudio para determinar el impacto de la cocción eficiente en la Demanda Máxima Unitaria de la CENTRO SUR.

Objetivo Específico

- Describir los métodos utilizados por las distinta Empresas Distribuidoras del país para el dimensionamiento del Sistema de Distribución, específicamente en el cálculo de la Demanda Máxima Unitaria.
- Revisar el procedimiento actual para el cálculo 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 las cocinas de inducción en la cocción de alimentos.
- Determinar el impacto en la DMU y las proyecciones de estos valores.
- Proponer los nuevos valores de la DMU para la CENTROSUR.



1.1.3.- Alcance

El estudio será enfocado a los clientes residenciales rurales de la CENTROSUR 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 dos empresas del sector y el procedimiento actual de la CENTROSUR con las DMU.

Se realizarán encuestas para determinar las costumbres y comportamiento de los clientes residenciales en cuanto a la cocción de alimentos, mismos que serán utilizados para determinar el impacto en la demanda actual.

1.1.4.- Justificaciones

Debido a que el Gobierno Nacional se ha propuesto la inserción de las cocinas de inducción, sin tener en cuenta el incremento de la demanda, lo cual afectará las redes de distribución, las empresas distribuidoras, que en nuestro medio es la CENTROSUR, ha visto la necesidad de conocer las nuevas demanda que se producirán, para:

- Robustecer las redes eléctricas existentes.
- Optimizar y aprovechar de mejor manera la capacidad de los transformadores de distribución en base a la demanda eléctrica que se requiere, provocando reducir costos y pérdidas de energía.
- Mejorar la calidad del suministro de energía.

Como el área de concesión de la CENTROSUR abarca la ciudad de Cuenca (tanto sector urbano como rural), Macas y La Troncal, y las demandas en cada una de las ciudades se incrementará debido a la inserción de las cocinas de inducción, la CENTROSUR va a tener la necesidad de conocer el incremento de la misma, para ello se ha propuesta la ejecución de cuatro tesis que abarquen a las zonas antes mencionadas, debido a que el estudio es amplio y no puede ser realizada por un solo grupo y además la empresa necesita conocer los datos lo más pronto posible para realizar los ajustes necesarios en las redes eléctricas.

Por lo tanto nos hemos propuesto en realizar este estudio debido a que existe un convenio entre la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. - Universidad de Cuenca.



1.1.5.- Metodología

Descripción de la metodología propuesta:

Para determinar los nuevos valores de la DMU se realizará lo siguiente:

Revisar el procedimiento actual para la estimación de la Demanda Máxima Unitaria, analizando metodologías aplicadas en empresas distribuidoras del sector.

Realizar encuestas para levantar información correspondiente a las costumbres de la cocción y determinar una curva de carga del uso final

Determinará 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)

Analizar por medio de curvas de carga el incremento que ocasionarán el programa de cocción eficiente en la DMU, para determinar la DMU se procederá a obtener la demanda diversificada en las distintas zonas ya especificadas y con la obtención de ésta se procederá a realizar el cálculo del nuevo valor de la DMU, para la zonas rural de Cuenca.

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

Se establecerá las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

1.2.- MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR

1.2.1.- DESCRIPCIÓN

La “matriz energética” es una cuantificación de los recursos energéticos de un país o región; la oferta y la demanda de energía; la transformación de cada una de las fuentes de energía; así como el inventario de recursos energéticos disponibles y la forma en que son utilizados; considerando su evolución histórica y su proyección. ^[1]

[1] Asociación de Ingenieros Técnicos “ait CENTROSUR”; www.ait.com.ec.

1.2.2.- RECURSOS ENERGÉTICOS PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

Uno de los principales recursos naturales con que cuenta el país, para efectos de la generación de energía eléctrica, es el hídrico; es así que, conforme consta en el “Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con fines de Generación Eléctrica”, el potencial teórico total del país bordea 73.000 MW, de los cuales 21.000 MW se consideran técnica y económicamente viables (2.000 MW en la vertiente del Pacífico y 19.000 MW en la vertiente del Amazonas). ^[1]

Adicionalmente al potencial hidráulico, el país cuenta con recursos de energía solar, geotérmica, eólica.

En la Tabla 1.1 se ilustra los proyectos hidroeléctricos en construcción, que aportarán con energía eléctrica necesaria para satisfacer la demanda del país:

Tabla 1.1 Proyectos Hidroeléctricos en Construcción

PROYECTO	MW
COCA CODO SINCLAIR	1.500
SOPLADORA	487
MINAS SAN FRANCISCO	270
TOACHI PILATON	253
ELSITANISAGUA	116
QUIJOS	50
MAZAR DUDAS	21
TOTAL	2.697

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

Los datos de radiación solar fueron cuantificados en el “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica” publicado por CONELEC en el 2008. Por su parte el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable realizó el “Plan para el aprovechamiento de los Recursos Geotérmicos en el Ecuador” e identificó once prospectos geotérmicos, algunos de los cuales se encuentran en estudio, y está próximo a publicar el “Atlas del Recurso Eólico en el Ecuador”. (ANEXO 1). ^[1]

[1] Asociación de Ingenieros Técnicos “ait CENTROSUR”; [www.ait.com.ec.](http://www.ait.com.ec/)

1.2.3.- EL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BUEN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (DEMANDA)

El cambio de la Matriz Energética no solamente implica la fase de producción de la energía, sino fundamentalmente el cambio en las modalidades de consumo. Con este objetivo el MEER desarrolla proyectos que por un lado se enfocan al uso eficiente de la energía y por otro, preparan el camino hacia una migración de consumos actualmente vinculados con el petróleo y sus derivados, hacia la electricidad (cocción, calentamiento de agua, transporte) ^[1]. Entre estos se pueden mencionar:

Sector Residencial: Sustitución de lámparas incandescentes por focos ahorradores; Plan Renova de 330.000 refrigeradoras ineficientes; Proyecto Tarifas eléctricas con señales de Eficiencia Energética; Proyecto de Sustitución de Cocinas que utilizan GLP por cocinas a inducción.^[1]

Sector Público: Proyecto de acción inmediata para el uso eficiente de la energía en el sector público; Proyecto Alumbrado Público a nivel nacional mediante la sustitución de lámparas de alumbrado público por lámparas más eficientes. ^[1]

Sector Industrial: Proyecto de eficiencia energética para la industria en el Ecuador; y tarifa diferenciada horaria. ^[1]

Sector Transporte: Introducción de vehículos eléctricos; transporte masivo: Metro de Quito, Tranvía de Cuenca. ^[1]

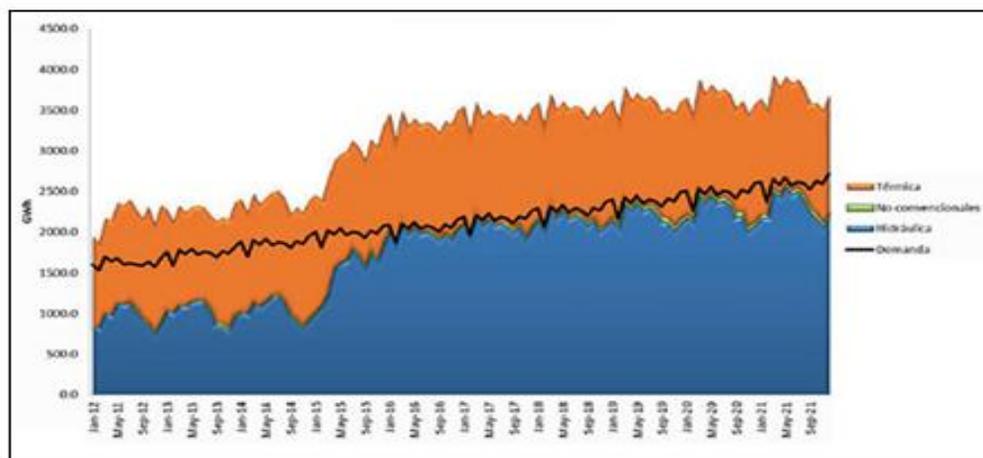


Figura 1.1 Reserva Energética del Ecuador

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

^[1] Asociación de Ingenieros Técnicos “ait CENTROSUR”; [www.ait.com.ec.](http://www.ait.com.ec/)

1.2.4.- IMPACTO DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE GENERACIÓN EN LA MATRIZ ENERGÉTICA

En la Figura 1.2 se ilustra el cambio de la matriz energética entre los años 2006 y 2016, en cuanto a la composición de las fuentes de generación de energía, para satisfacer la demanda de electricidad. [1]

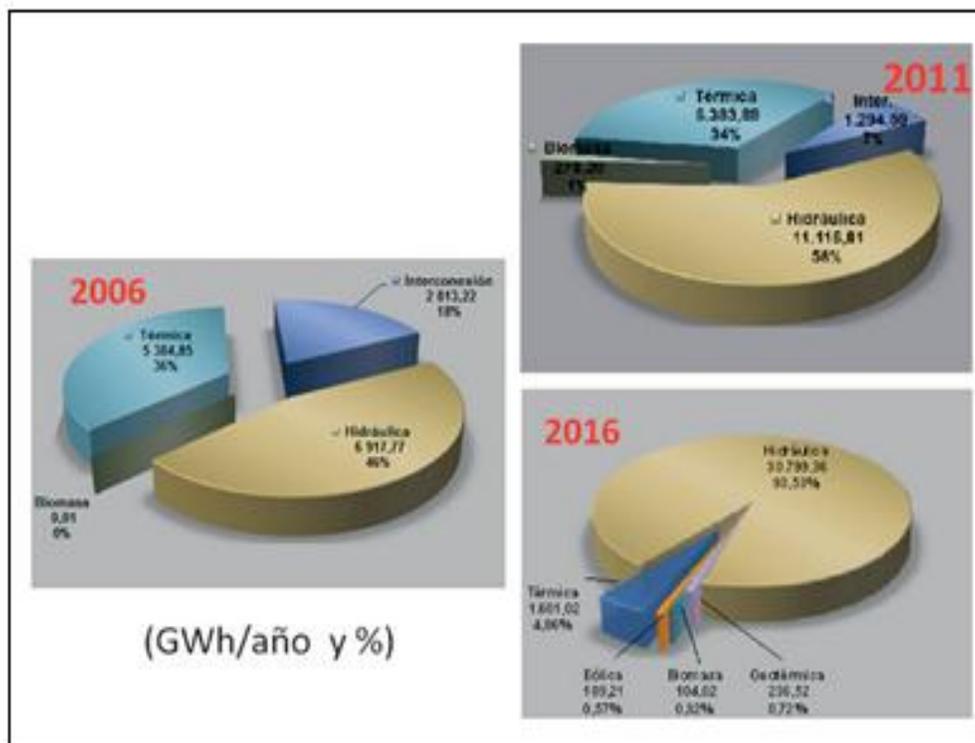


Figura 1.2 Cambio de la Matriz Energética

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



1.3.- EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR

1.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.3.1.1.- MISIÓN

“Suministrar el servicio público de electricidad para satisfacer las necesidades de sus clientes y la sociedad, cumpliendo estándares de calidad, con equilibrio financiero, sobre la base del crecimiento integral de su personal”. [2]

1.3.1.2.- VISIÓN

“Ser una empresa pública regional eficiente, sustentable, socialmente responsable e integrada al sector eléctrico ecuatoriano, que contribuye al buen vivir”. [2]

1.3.1.3.- OBJETIVOS INSTITUCIONALES

- Perspectiva de la Sociedad: Consolidar a la CENTROSUR como una empresa pública reconocida por sus estándares de calidad en la atención al cliente.
- Perspectiva de los Procesos: Mejorar continuamente los procesos para garantizar la calidad y cobertura de la prestación del servicio eléctrico.
- Perspectiva del aprendizaje y crecimiento: Potenciar el desarrollo del Talento Humano y la gestión tecnológica. [2]

1.3.1.4.- VALORES

Son los principios compartidos que orientan las acciones de todos los trabajadores de la CENTRO SUR y dan soporte a la formación permanente de su cultura organizacional. [2]

Tabla 1.2 Valores de la Centro Sur

Honestidad	Proceder con coherencia y rectitud entre lo que pensamos y decimos.
Responsabilidad	Responder eficazmente las obligaciones y compromisos adquiridos.
Orientación al servicio	Encaminar nuestros esfuerzos hacia la satisfacción de la sociedad.
Respeto	Actuar con respeto a nuestra sociedad y al medio ambiente.

Fuente: <http://www.centrosur.com.ec/node/339>

[2] Página de la CENTROSUR; www.centrosur.com.ec.

[2] Página de la CENTROSUR; www.centrosur.com.ec.

1.3.2.- ÁREA DE SERVICIO

El área de concesión de la CENTROSUR comprende las provincias de Azuay, parte de Cañar, Morona Santiago y una pequeña parte de Loja, como se muestra en la Tabla 1.3, el porcentaje de la misma en la Figura 1.3 y el área de concesión en la Figura 1.4.

Tabla 1.3 Extensión por Cantón – Junio 2014

CANTÓN	EXTENSIÓN <i>Km²</i>	%
CUENCA	2.964,44	9,91
GIRÓN	350,32	1,17
GUALACEO	349,96	1,17
NABÓN	632,07	2,11
PAUTE	269,33	0,90
PUCARÁ	538,68	1,80
SAN FERNANDO	141,96	0,47
SANTA ISABEL	604,26	2,02
SÍGSIG	670,86	2,24
OÑA	293,6	0,98
CHORDELEG	105,23	0,35
EL PAN	132,63	0,44
SEVILLA DE ORO	314,91	1,05
CAMILO PONCE	375,19	1,25
GUACHAPALA	40,01	0,13
PROV. AZUAY	7.783,45	26,01
CAÑAR	1.664,95	5,56
AZOGUES	83,79	0,28
DELEG	31,67	0,11
BIBLIÁN	223,45	0,75
EL TAMBO	64,07	0,21
SUSCAL	49,81	0,17
LA TRONCAL	318,26	1,06
PROV. CAÑAR	2.436,00	8,14

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

Tabla 1.4 Extensión por Cantón – Junio 2014

CANTÓN	EXTENSIÓN	
	Km ²	%
MORONA	4.655,42	15,56
HUAMBOYA	351,09	1,17
SUCÚA	893,32	2,99
SANTIAGO	1.417,72	4,74
TAISHA	6.155,24	20,57
LIMÓN	1.805,83	6,04
SAN JUAN BOSCO	1.047,77	3,50
LOGROÑO	1.171,49	3,92
TIWINTZA	1.168,45	3,90
GUALAQUIZA (PARCIAL)	927,22	3,10
PROV. MORONA SANTIAGO	19.593,55	65,48
OTROS		
SARAGURO (PARCIAL)	108,09	0,36
LOJA	108,09	0,36
TRIUNFO	0,13	0,00
NARANJAL	0,91	0,00
GUAYAS	1,04	0,00
TOTAL SISTEMA	29.922,10	100,00

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

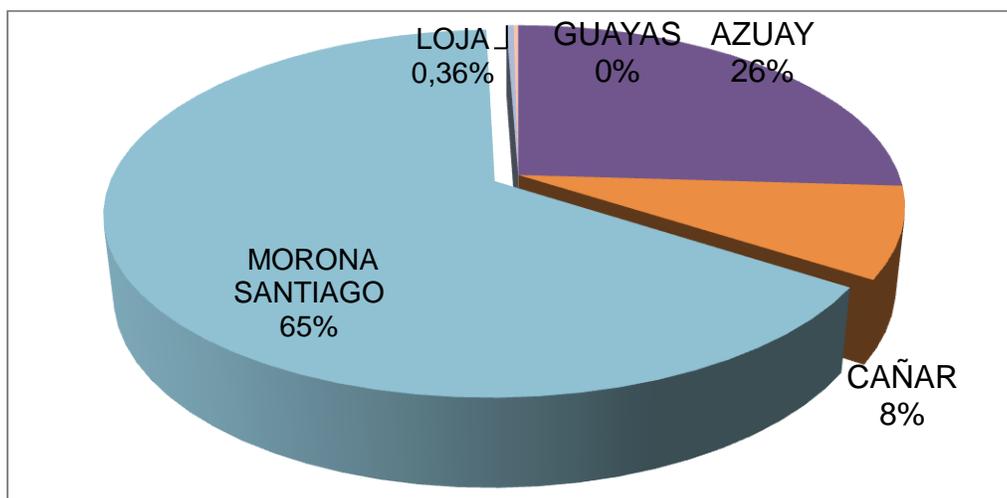


Figura 1.3 Área de Concesión de la Empresa Eléctrica – Junio 2014

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

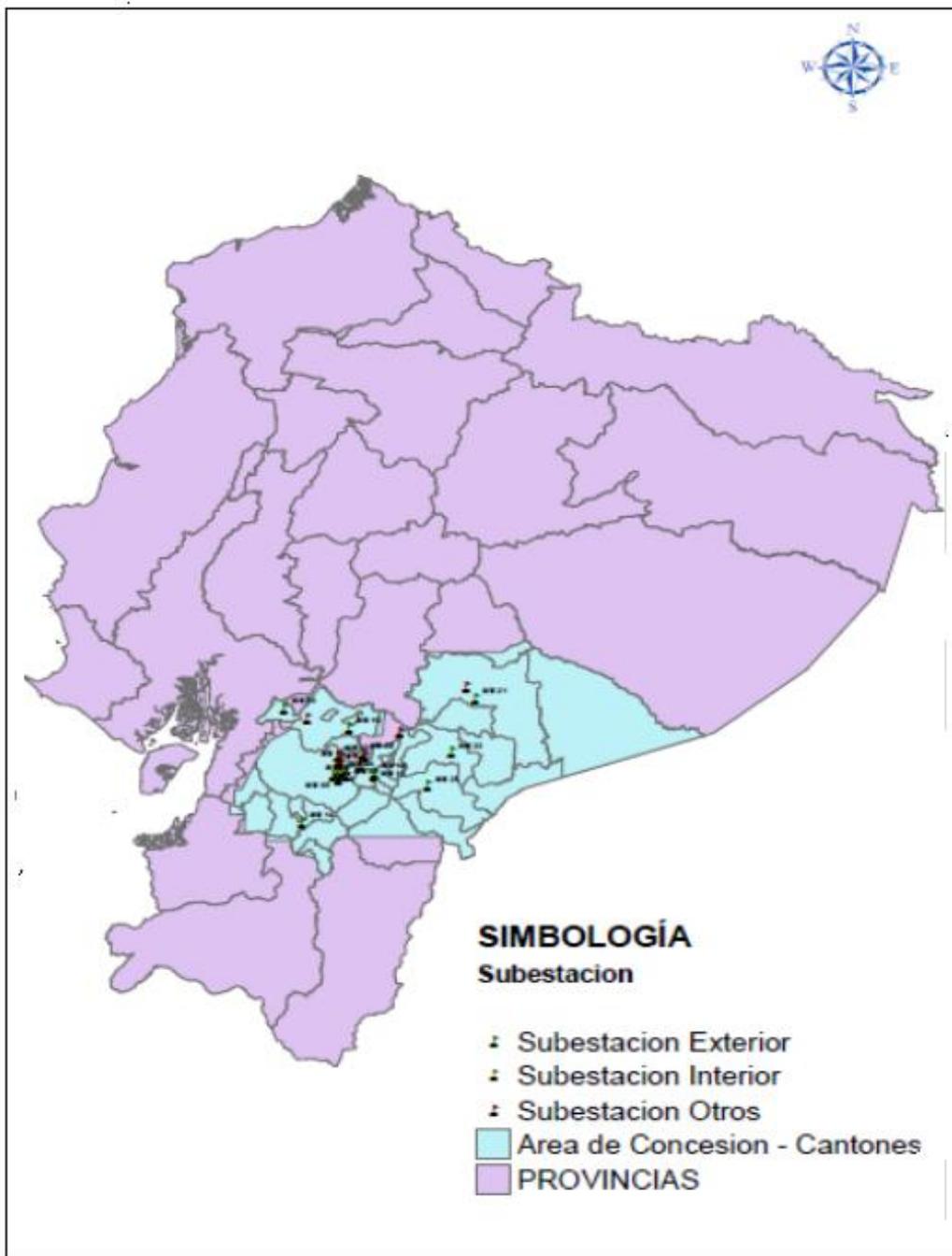


Figura 1.4 Mapa del Área de Servicio de la CENTRO SUR – Junio 2014

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur



El número de clientes de la CENTROSUR a partir del año 2002 hasta junio de 2014, según el tipo de tarifa, se muestra en la Tabla 1.5 y Figura 1.5. ^[2]

Tabla 1.5 Clientes por Tipo de Tarifa – Junio 2014

AÑO	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL
2002	199.438	16.419	4.392	2.751	223.000
2003	206.937	17.068	4.724	2.822	231.551
2004	214.727	18.077	4.979	2.911	240.694
2005	220.602	18.838	5.232	2.956	247.628
2006	228.178	19.744	5.452	3.070	256.444
2007	236.883	20.778	5.690	3.096	266.447
2008	245.919	21.677	5.923	3.573	277.092
2009	256.244	22.790	6.115	3.739	288.888
2010	266.277	23.881	6.331	3.991	300.480
2011	275.250	26.588	6.614	4.151	312.603
2014	312.463	31.562	6.772	5.263	356.060

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

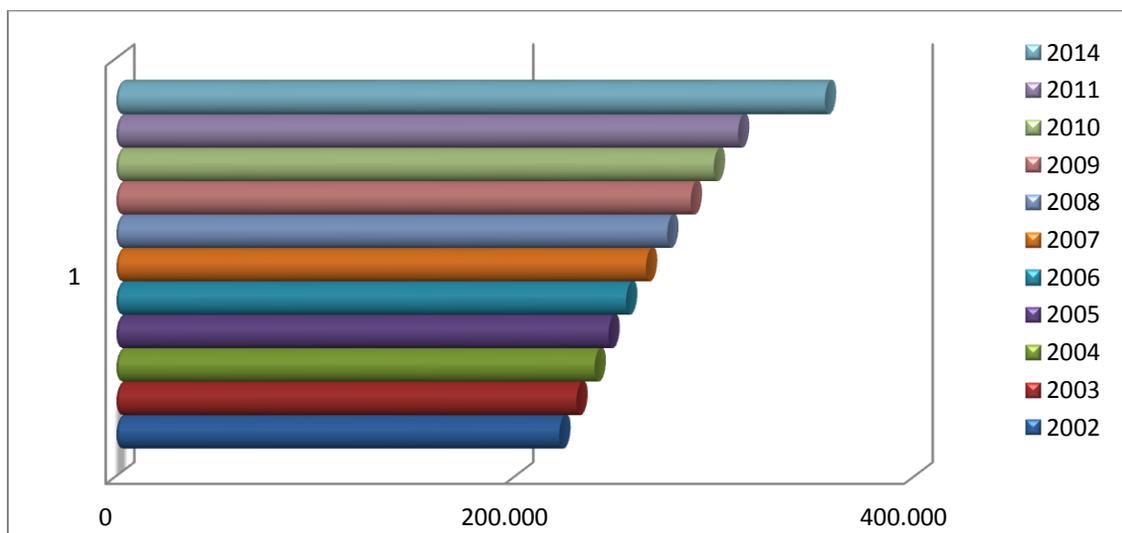


Figura 1.5 Clientes por Tipo de Tarifa – Junio 2014

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

^[2] Página de la CENTROSUR; www.centrosur.com.ec.



1.3.3.- EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CENTROSUR

SUBESTACIONES: El sistema CENTROSUR está compuesto por un total de 15 subestaciones, en las cuales existen 21 transformadores de potencia, con una capacidad total instalada de 240/300,75 MVA (OA/FA). De estas subestaciones, 14 son de distribución, 1 es de seccionamiento. Las subestaciones (Gualaceo, Limón y Méndez, antes de propiedad de CENTROSUR) son puntos de entrega. ^[4]

Tabla 1.6 Características de las Subestaciones – Junio 2014

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
SEO4	Parque Industrial	Reducción	69	22	36,5	44,5	44,5	Visorrey
SE05	El arenal	Reducción	69	22	34	44,5	44,5	Arenal
SEO6	Verdillo	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Verdillo
SEO7	Ricaurte	Reducción	69	22	22,5	25	25	Ricaurte
SEO8	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	Léntag	Reducción	69	22	10	12,5	12,5	Léntag
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. Paraíso
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		

Fuente: Departamento de SIGADE; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

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

^[4] Departamento de SIGADE; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN: Las subestaciones están interconectadas entre sí por medio de 30 líneas de subtransmisión, en su mayoría a un nivel de tensión de 69 kV. 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. ^[4]

El sistema La Troncal está servido de manera radial desde la Subestación Milagro, a un nivel de tensión de 69kV, cuya distancia total es aproximadamente 50,2km. ^[4]

Tabla 1.7 Líneas de Subtransmisión – Junio 2014

NOMBRE O CÓDIGO DE LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN	VOLTAJE (kV)	LONGITUD (Km)	CONDUCTOR DE FASE		FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN
			MATERIAL	CALIBRE (MCM)	
1 SE 03 Monay – SE 02 Centenario (tramo aéreo)	22.00	3,25	ACSR	3/0	01/01/1970
2 SE 03 Monay – SE 02 Centenario (línea subt)	22.00	3,07	CU	250	01/01/1994
3 SE 04 P. Industrial – SE 01 L. Cordero	22.00	3,52	ACSR	266,8	01/01/1986
4 SE 06 Verdillo – SE 01 L. Cordero	22.00	2,21	ACSR	266,8	16/07/1989
5 SE 06 Verdillo – SE 04 P. Industrial	22.00	3,06	ACSR	266,8	01/01/1991
6 SE 10 Saymirín - SE 06 Verdillo	22.00	8,98	CU	50 mm ²	01/01/1954
7 SE 04 P. Industrial – SE 06 Verdillo	69.00	3,17	ACAR	750	01/01/1981
8 SE 06 Verdillo - SE 05 Arenal	69.00	7,23	ACAR	750	01/01/1981
9 S 04 P. Industrial – SE 27 Erco	69.00	2,09	ACSR	266,8	01/01/1983
10 SE 05 El Arenal - SE 14 Léntag	69.00	47,09	ACSR	266,8	01/05/1993
11 SE 07 Ricaurte – SE 04 P. Industrial	69.00	3,83	ACSR	266,8	01/01/1981
12 SE 09 Azogues – SE 18 Cañar	69.00	24,08	ACSR	266,8	26/05/1994
13 SE 11 Saymirín – SE 19 Corpanche	69.00	1,32	ACSR	477	11/10/1995
14 SE 12 Descanso – SE 07 Ricaurte	69.00	10,15	ACSR	266,8	01/01/1981
15 SE 19 Corpanche – SE 07 Ricaurte	69.00	9,89	ACSR	477	01/01/1983

^[4] Departamento de SIGADE; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



NOMBRE O CÓDIGO DE LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN	VOLTAJE (kV)	LONGITUD (Km)	CONDUCTOR DE FASE		FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN
			MATERIAL	CALIBRE (MCM)	
16 SE 20 Saucay – SE 04 P. Industrial	69.00	14,11	ACSR	477	01/01/1978
17 SE 20 Saucay – SE 19 Corpanche	69.00	4,9	ACSR	477	01/01/1983
18 SECU Rayoloma – SE03 Monay I	69.00	3,43	ACSR	477	01/01/1981
19 SECU Rayoloma – SE 03 Monay II	69.00	3,01	ACSR	477	22/08/1995
20 SECU Rayoloma – SE 07 Ricaurte	69.00	5,29	ACSR	477	01/01/1981
21 SE 12 Descanso – SE 09 Azogues	69.00	11,51	ACSR	477	27/06/2006
22 SE 15 Gualaceo - SE 23 Limón *	138.00	5,33	ACSR	266,8	01/09/1993
23 SE 23 Limón – SE 22 Méndez *	69.00	33,02	ACSR	266,8	01/09/1993
24 SE 22 Méndez - SE 21 Macas *	69.00	51,67	ACSR	266,8	01/09/1993
25 SE Sinincay – SE 06 Verdillo I	69.00	7,97	ACAR	750	01/01/2010
26 SE Sinincay – SE 06 Verdillo II	69.00	8,15	ACAR	750	01/01/2010
27 SE 03 Monay – SE 08 Turi	69.00	4,47	ACSR	477	02/02/1990
28 SE 05 Arenal – SE 08 Turi	69.00	4,47	ACSR	477	02/02/1990
29 SE08 Turi – SE 14 Léntag	69.00	45,59	ACAR	750	01/11/2012
30 SE Sinincay – SE 18 Cañar	69.00	31,67	ACAR	750	28/03/2013
31 SE Triunfo - SE 50 la Troncal	69.00	14	ACSR	266,8	01/01/1984
			381,53		

Nota:

* De acuerdo al convenio tripartito suscrito entre HIDROABANICO-TRANSELECTRIC CENTROSUR, estas instalaciones deberán ser transferidas a TRANSELECTRIC.

Fuente: Departamento de SIGADE; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur



ALIMENTADORES PRIMARIOS: A julio del 2014 el sistema de distribución de media tensión de la CENTROSUR cuenta con 64 alimentadores que comprenden 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), en la Tabla 1.8 se muestra las características de las líneas de subtransmisión. ^[5]

Tabla 1.8 Alimentadores Primarios- Julio 2014

ÍTEM	SUBESTACIÓN	VOLTAJE (kV)	LONGITUD RAMAL MONOFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL BIFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL TRIFÁSICO (Km)	LONGITUD TOTAL (Km)
1	Luis Cordero	6,3	0	0	4,81	4,81
2	Luis Cordero	6,3	0	0	4,04	4,04
3	Luis Cordero	6,3	0	0	3,45	3,45
4	Luis Cordero	6,3	0	0,12	8,79	8,91
5	Centenario	6,3	0,03	0	4,93	4,96
6	Centenario	6,3	0	0	5,3	5,3
7	Centenario	6,3	0	0	3,09	3,09
8	Centenario	6,3	0	0,17	7,42	7,59
9	Centenario	6,3	0,03	0	8,25	8,28
10	Monay	22	308,72	1,17	81,82	391,71
11	Monay	22	6,78	0,32	13,06	20,16
12	Monay	22	4,29	0	12,82	17,11
13	Monay	22	0,69	0	16,8	17,49
14	Monay	22	4,21	0,1	34,21	38,52
15	Parque Industrial	22	0	0	4,26	4,26
16	Parque Industrial	22	1,33	0	12,88	14,21
17	Parque Industrial	22	0	0	0,24	0,24
18	Parque Industrial	22	0	0	0,24	0,24

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

^[5] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



ÍTEM	SUBESTACIÓN	VOLTAJE (kV)	LONGITUD RAMAL MONOFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL BIFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL TRIFÁSICO (Km)	LONGITUD TOTAL (Km)
28	El Arenal	22	287,63	0	99,06	386,69
29	Ricaurte	22	35,28	0	38,25	73,53
30	Ricaurte	22	43,17	0	36,8	79,97
31	Ricaurte	22	136,29	0,04	68,14	204,47
32	Turi	22	6,49	0	31,08	37,57
33	Turi	22	9,35	1,06	23,31	33,72
34	Turi	22	68,2	0	21,57	89,77
35	Turi	22	40,59	0,32	15,96	56,87
36	Guablincay	22	168,32	2,82	44,69	215,83
37	El Descanso	22	106,34	0,11	44,86	151,31
38	El Descanso	22	173,13	0,7	181,13	354,96
39	El Descanso	22	0	0	12,77	12,77
40	Léntag	22	189,98	0,24	36,54	226,76
41	Limón	22	397,89	0	144,55	542,44
42	Léntag	22	217,46	0	93,66	311,12
43	Léntag	22	409,16	0,32	83,3	492,78
44	Gualaceo	22	315,32	2,37	86,25	403,94
45	Gualaceo	22	39,35	0	29,52	68,87
46	Gualaceo	22	148,73	3,19	59,88	211,8
47	Gualaceo	22	0	0	0,24	0,24
48	Cañar	22	183,15	0	45,54	228,69
49	Cañar	22	143,76	0,19	39,22	183,17
50	Cañar	22	400,02	7,62	102,77	510,41
51	Cañar	22	16,44	0	26,48	42,92
52	Macas	13,8	2,43	0	22,58	25,01
53	Macas	13,8	106,11	0	48,55	154,66
54	Macas	13,8	277,57	0	128,88	406,45



ITEM	SUBESTACIÓN	VOLTAJE (kV)	LONGITUD RAMAL MONOFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL BIFÁSICO (Km)	LONGITUD RAMAL TRIFÁSICO (Km)	LONGITUD TOTAL (Km)
55	Macas	22	11,58	0	23,4	34,98
56	Méndez	13,8	243,61	0	179,21	422,82
57	Méndez	13,8	115,79	0	36,07	151,86
58	Limón	13,8	101,22	0	23,27	124,49
59	Limón	13,8	300	0	43,52	343,52
60	Troncal	13,8	41,82	0,06	19,33	61,21
61	Troncal	13,8	28,15	0,9	5,24	34,29
62	Troncal	13,8	119,4	0,83	18,87	139,1
63	Troncal	13,8	83,77	0,22	10,62	94,61
64	Troncal	13,8	0	0	5,2	5,2
			6.053,79	26,69	2.428,19	8.508,67

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN: La CENTROSUR tiene instalados en todo su sistema de distribución 19.080 transformadores (incluidos los de la Troncal), conformados en 15.438 Monofásicos y 3.642 Trifásicos, con una potencia de 562,03 MVA la cual se reparte en 232,80 MVA para transformadores monofásicos y 329,23 MVA para transformadores trifásicos, en la Tabla 1.9 se muestra las características de los transformadores de distribución, pertenecientes al año 2014. ^[5]

^[5] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



Tabla 1.9 Transformadores de Distribución – Julio 2014

SUBESTACIÓN	# DE TRANS. MONO.	# TRANS. TRIFÁ.	TOTAL TRANS.	POT. TRANS. MONO. (MVA)	POT. TRANS. TRIFÁ. (MVA)	POTENCIA TOTAL (MVA)
Luis Cordero	0	23	23	0,00	4,08	4,08
Luis Cordero	1	35	36	0,04	5,06	5,09
Luis Cordero	0	13	13	0,00	2,47	2,47
Luis Cordero	2	59	61	0,03	4,49	4,52
Centenario	1	25	26	0,04	3,44	3,48
Centenario	0	33	33	0,00	4,84	4,84
Centenario	0	18	18	0,00	3,14	3,14
Centenario	1	67	68	0,03	7,53	7,56
Centenario	2	60	62	0,09	5,25	5,33
Monay	844	81	925	12,61	10,21	22,82
Monay	90	73	163	2,38	6,58	8,96
Monay	50	122	172	1,40	10,11	11,51
Monay	19	111	130	0,36	8,73	9,09
Monay	86	245	331	1,98	18,53	20,51
Parque Industrial	2	64	66	0,03	11,00	11,02
Parque Industrial	29	91	120	0,66	8,02	8,67
Parque Industrial	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Parque Industrial	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Parque Industrial	0	5	5	0,00	8,50	8,50
Parque Industrial	0	15	15	0,00	13,40	13,40
Parque Industrial	0	0	0	0,00	0,00	0,00
El Arenal	856	98	954	11,47	8,57	20,03
El Arenal	75	113	188	2,17	7,63	9,80
El Arenal	348	166	514	7,42	16,72	24,14
El Arenal	0	0	0	0,00	0,00	0,00
El Arenal	507	62	569	8,26	3,53	11,78
El Arenal	422	219	641	10,06	14,82	24,88
El Arenal	584	50	634	7,99	2,29	10,27
Ricaurte	293	198	491	6,63	18,75	25,38
Ricaurte	279	96	375	4,70	8,36	13,06
Ricaurte	484	62	546	6,90	12,37	19,28
Turi	89	164	253	2,03	9,89	11,91
Turi	147	126	273	3,69	12,25	15,94



SUBESTACIÓN	# DE TRANS. MONO.	# TRANS. TRIFÁ.	TOTAL TRANS.	POT. TRANS. MONO. (MVA)	POT. TRANS. TRIFÁ. (MVA)	POTENCIA TOTAL (MVA)
Turi	224	25	249	3,8	2,78	6,58
Turi	193	20	213	3,51	1,28	4,79
Guablincay	420	63	483	5,39	2,46	7,85
El Descanso	457	75	532	7,29	11,19	18,49
El Descanso	775	50	825	11,42	3,42	14,84
El Descanso	1	2	3	0,01	0,19	0,2
Léntag	538	39	577	8,95	1,76	10,71
Limón	765	19	784	8,23	1,31	9,54
Léntag	509	34	543	6,79	1,36	8,15
Léntag	584	27	611	6,93	5,26	12,18
Gualaceo	867	63	930	10,22	3,13	13,35
Gualaceo	187	115	302	3,02	6,77	9,78
Gualaceo	481	92	573	7	6,96	13,95
Gualaceo	0	0	0	0	0	0
Cañar	415	20	435	4,8	0,79	5,59
Cañar	387	21	408	5,61	1,2	6,81
Cañar	639	8	647	6,13	1,42	7,55
Cañar	125	77	202	2,34	3,98	6,32
Macas	22	79	101	0,36	5,72	6,08
Macas	220	64	284	2,96	3,55	6,5
Macas	433	96	529	4,83	5,74	10,57
Macas	31	9	40	0,76	0,37	1,13
Méndez	368	30	398	3,83	1,44	5,27
Méndez	151	25	176	1,35	1,26	2,6
Limón	130	12	142	1,22	0,72	1,93
Limón	289	8	297	2,64	0,35	2,98
Troncal	133	14	147	2,39	0,43	2,81
Troncal	152	18	170	4,39	0,57	4,96
Troncal	538	33	571	12,51	1,11	13,62
Troncal	193	6	199	3,23	0,08	3,31
Troncal	0	4	4	0	2,16	2,16
TOTAL	15.438	3.642	19.080	232,8	329,23	562,03

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur



REDES SECUNDARIAS Y ACOMETIDAS: El sistema de redes secundarias de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur está conformado como se puede observar en la Tabla 1.10. ^[5]

Tabla 1.10 Redes Secundarias sin Incluir la Troncal-(Enero-Julio-2014)

INSTALACIÓN	LONGITUD (Km)			
	MONOFÁSICA	BIFÁSICA	TRIFÁSICA	TOTAL
Aérea	9.457,99	87,72	683,85	10.229,56
Preensamblada	46,07	0,36	23,43	69,86
Subterránea	187,81	84,17	105,38	377,36
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.463,10	88	685,74	10.236,84
Preensamblada	46,57	0,36	23,52	70,45
Subterránea	189,52	86,57	107,33	383,42
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.482,59	89,09	688,39	10.260,08
Preensamblada	46,24	0,41	23,52	70,16
Subterránea	191,36	86,6	107,34	385,3
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.485,45	89,28	688,14	10.262,87
Preensamblada	49,15	0,41	23,52	73,07
Subterránea	191,83	87,38	107,37	386,58
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.501,15	89,49	688,27	10.278,91
Preensamblada	51,79	0,41	23,52	75,71
Subterránea	192,94	87,38	107,4	387,71
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.503,06	89,53	688,54	10.281,13
Preensamblada	52,99	0,41	23,7	77,09
Subterránea	193,27	87,07	107,43	387,76
Otra	0	0	0	0
Aérea	9.510,55	88,34	679,37	10.278,26
Preensamblada	54,53	0,41	24,34	79,28
Subterránea	193,82	86,52	107,01	387,35
Otra	0	0	0	0
TOTAL	68.091,77	1.229,88	5.717,10	75.038,75

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

^[5] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



Tabla 1.11 Redes Secundarias Pertencientes sólo a la Troncal – (Mayo- Julio 2014)

INSTALACIÓN	LONGITUD (KM)			
	MONOFÁSICA	BIFÁSICA	TRIFÁSICA	TOTAL
Aérea	102,78	0,19	0,02	102,99
Preensamblada	92,38	0	0	92,38
Subterránea	0,22	0	0,41	0,63
Otra	0	0	0	0
Aérea	101,4	0,19	0,02	101,61
Preensamblada	98,13	0	0	98,13
Subterránea	0,22	0	0,41	0,63
Otra	0	0	0	0
Aérea	99,84	0,19	0,02	100,05
Preensamblada	100,96	0	0	100,96
Subterránea	0,22	0	0,41	0,63
Otra	0	0	0	0
TOTAL	596,15	0,57	1,29	598,01

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

El sistema de acometidas de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur está conformado como se puede observar en la Tabla 1.12:

Tabla 1.12 Acometidas Pertencientes sólo a la Troncal – (Mayo 2014)

INSTALACIÓN	CANTIDAD (#)				LONGITUD (KM)			
	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL
Aérea	13.584	15	16	13.615	259,85	0,26	0,36	260,47
Preensamblada	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterránea	57	4	69	130	1,05	0,04	0,6	1,7
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0



Tabla 1.13 Acometidas pertenecientes sólo a la Troncal – (Junio-Julio 2014)

INSTALACIÓN	CANTIDAD (#)				LONGITUD (KM)			
	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL
Aérea	13.834	15	28	13.877	257,61	0,26	0,4	258,26
Preensamblada	0	1	1	2	0	0	0	0
Subterránea	57	4	69	130	1,05	0,04	0,6	1,7
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	13.685	15	26	13.726	253,68	0,26	0,35	254,28
Preensamblada	0	1	1	2	0	0	0	0
Subterránea	58	4	69	131	1,06	0,04	0,6	1,7
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	41.275	59	279	41.613	774,3	0,92	2,91	778,13

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

Tabla 1.14 Acometidas sin incluir la Troncal – (Enero - Marzo 2014)

INSTALACIÓN	CANTIDAD (#)				LONGITUD (KM)			
	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL
Aérea	232.426	6.593	21.722	260.741	5.005,80	91	284,1	5.380,90
Preensamblada	0	1	2	3	0	0	0	0
Subterránea	5.618	470	3.694	9.782	38,4	3,8	21	63,3
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	232.596	6.663	21.742	261.001	5.006,70	92	284,1	5.382,90
Preensamblada	0	1	2	3	0	0	0	0
Subterránea	5.632	475	3.721	9.828	38,6	3,9	21,5	63,9
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	232.292	6.688	21.742	260.722	4.995,20	92,3	283,9	5.371,40
Preensamblada	0	1	1	2	0	0	0	0
Subterránea	5.652	475	3.727	9.854	38,8	3,9	21,5	64,2
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0



Tabla 1.15 Acometidas sin incluir la Troncal – (Abril - Julio 2014)

INSTALACIÓN	CANTIDAD (#)				LONGITUD (KM)			
	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL	MONO-FÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	TOTAL
Aérea	233.099	6.708	21.777	261.584	5.015,80	92,5	284,4	5.392,70
Preensamblada	0	1	3	4	0	0	0	0
Subterránea	5.677	473	3.732	9.882	39	3,9	21,5	64,4
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	233.501	6.738	21.879	262.118	5.024,80	92,9	284,8	5.402,60
Preensamblada	0	1	3	4	0	0	0	0
Subterránea	5.864	475	3.885	10.224	39,8	3,9	21,8	65,5
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	235.489	6.840	21.925	264.254	5.079,00	94,7	285,7	5.459,40
Preensamblada	0	1	3	4	0	0	0	0
Subterránea	5.905	479	3.893	10.277	40,4	3,9	21,9	66,2
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
Aérea	236.233	6.460	21.289	263.982	5.085,90	88,2	276,5	5.450,60
Preensamblada	0	1	3	4	0	0	0	0
Subterránea	5.974	468	3.854	10.296	41	3,9	21,5	66,3
Otra	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1.675.958	50.012	178.599	1.904.569	35.489,20	670,9	2.134,50	38.294,50

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

ALUMBRADO PÚBLICO: La CENTROSUR mantiene un programa de reemplazo de luminarias de mercurio por sodio, lo cual ha permitido una cantidad menor al 4% sean de mercurio, además la Empresa ha instalado luminarias Led, específicamente en la ciudad de Cuenca. En la Tabla 1.16 se indica la cantidad de luminaria de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. ^[5]

^[5] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



Tabla 1.16 Luminarias de la Empresa Eléctrica – Julio 2014

CANTÓN	NÚMERO DE LUMINARIAS
CUENCA	55.019
GIRÓN	2.042
GUALACEO	4.941
NABÓN	1.513
PAUTE	3.392
PUCARÁ	328
SAN FERNANDO	617
SANTA ISABEL	2.397
SIGSIG	3.390
OÑA	796
CHORDELEG	1.166
EL PAN	738
SEVILLA DE ORO	884
GUACHAPALA	765
CAMILO PONCE	191
PROV. AZUAY	78.179
AZOGUES	33
BIBLIAN	2.656
CAÑAR	5.629
TRONCAL	3.724
EL TAMBO	1.478
DELEG	70
SUSCAL	428
PROV. CAÑAR	14.018



CANTÓN	NÚMERO DE LUMINARIAS
GUABO	5
SARAGURO	215
MORONA	4.288
GUALAQUIZA	216
LIMÓN INDANZA	938
SANTIAGO	1.420
SUCÚA	2.593
HUAMBOYA	253
SAN JUAN BOSCO	494
TAISHA	293
LOGROÑO	665
TIWINTZA	401
PROV. MORONA SANTIAGO	11.781
TRIUNFO	8
NARANJAL	4
PROV. GUAYAS	12
TOTAL	103.990

Fuente: Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

NÚMERO DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES: En lo referente al número de acometidas, se cuenta con un total de 288.538 unidades, con una participación del 96,39% de acometidas aéreas. De igual forma se tiene 353.972 medidores instalados, el 86,14% corresponden a medidores monofásicos, en la Tabla 1.17 se indica la cantidad de acometidas y de medidores instalados por la CENTRO SUR. ^[6]

^[6] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.

Tabla 1.17 Número de Acometidas y Medidores – Julio 2014

ACOMETIDAS

TIPO	MONOFÁSICA	BIFÁSICA	TRIFÁSICA	TOTAL	%
Aérea	249.323	6.855	21.953	278.131	96,39
Subterránea	5.962	483	3.962	10.407	3,61
SUB. TOTAL	255.285	7.338	25.915	288.538	100

MEDIDORES

TIPO	BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN	TOTAL	%
Monofásica	294.189	10.734	0	304.923	86,14
Bifásica	32.767	4.746	0	37.513	10,60
Trifásica	9.117	2.417	2	11.536	3,26
SUB. TOTAL	336.073	17.897	2	353.972	100

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

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 Tabla 1.18 se detallan estas cifras. ^[6]

Tabla 1.18 Clientes y Energía Facturada – Junio 2014

TARIFA	CLIENTES		CONSUMOS		FACTURACIÓN	
	#	%	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	15,9
Industrial	6.772	1,9	25.733,49	32,51	2.241.123,89	28,48
A. Público	0	0	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
TOTAL	356.060	100	79.163,24	100	7.869.355,84	100

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

[6] Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



DISTRIBUCIÓN DE CLIENTES: De acuerdo al informe del mes de junio de 2014, registrado en el Sistema de Datos del Sector Eléctrico SISDAT – CONELEC, el desglose de clientes por cantón (cobertura eléctrica) fue la siguiente: ^[6]

Tabla 1.19 Distribución de Clientes – Agosto 2014

PROVINCIA	CANTÓN	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL
AZUAY	CAMILO PONCE E.	1.072	5	37	18	1.132
	CHORDELEG	4.220	408	93	58	4.779
	CUENCA	168.996	20.224	4.678	2.180	196.078
	EL PAN	1.369	43	15	36	1.463
	GIRÓN	5.514	311	60	148	6.033
	GUACHAPALA	1.231	52	9	16	1.308
	GUALACEO	14.617	1.690	387	200	16.894
	NABÓN	6.243	160	64	217	6.684
	OÑA	1.573	88	34	65	1.760
	PAUTE	9.817	731	181	157	10.886
	PUCARÁ	1.619	55	7	61	1.742
	SAN FERNANDO	1.660	73	20	54	1.807
	SANTA ISABEL	8.079	407	97	150	8.733
	SEVILLA DE ORO	1.931	46	27	34	2.038
	SIGSIG	11.012	303	97	166	11.578
TOTAL AZUAY	238.953	24.596	5.806	3.560	272.915	
CAÑAR	AZOGUES	4	0	0	1	5
	BIBLIÁN	8.698	392	147	135	9372
	CAÑAR	15.213	957	187	252	16609
	DÉLEG	186	1	3	2	192
	EL TAMBO	3.289	215	42	25	3571
	LA TRONCAL	13.555	2.519	34	158	16266
	SUSCAL	4.439	92	18	63	4612
	TOTAL CAÑAR	45.384	4.176	431	636	50.627
LOJA	SARAGURO	494	4	5	23	526
	TOTAL SARAGURO	494	4	5	23	526

^[6] Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.



PROVINCIA	CANTÓN	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL
GUAYAS	EL TRIUNFO	29	4	1	0	34
	NARANJAL	232	6	0	2	240
	TOTAL GUAYAS	261	10	1	2	274
MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA	517	17	7	22	563
	HUAMBOYA	504	16	0	33	553
	LIMÓN INDANZA	2.815	169	97	156	3237
	LOGROÑO	920	64	9	31	1024
	MORONA	10.819	1.457	239	348	12863
	SAN JUAN BOSCO	1.129	69	29	65	1292
	SANTIAGO	2.381	257	81	139	2858
	SUCUA	4.903	572	45	135	5655
	TAISHA	2.268	67	8	34	2377
	TIWINTZA	1.115	88	14	79	1296
	TOTAL M. SANTIAGO	27.371	2.776	529	1042	31.718
TOTAL GENERAL		312.463	31.562	6.772	5.263	356.060

Fuente: Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

1.4.- CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD

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

- **CARGAS SENSIBLES:** Son aquellas en las cuales una interrupción del suministro de energía eléctrica causa serios daños o perjuicios al consumidor como por ejemplo: riesgo de muerte, daños en procesos de fabricación en serie, daños en equipos costosos como computadoras y máquinas controladas por sistemas electrónicos. ^[7]
- **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 o 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. ^[7]

^[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de C.



- **CARGAS NORMALES:** Dentro de estas están el resto de cargas o consumidores, las cuales pueden tener un tiempo de interrupción que va desde 1 a 5 horas, sin causar mayores problemas a sus usuarios, pertenecen a este grupo por ejemplo: los usuarios residenciales, las poblaciones rurales, las pequeñas fábricas, etc. ^[7]

1.5.- 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. ^[7]

DENSIDAD DE CARGA

Es la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto a servir. ^[7]

Densidad de Carga = Carga Instalada/área de la zona [KVA/km² , KW/km²]

CARGA INSTALADA

La carga instalada corresponde a la suma de todas las potencias nominales de los servicios instalados o conectados en una red o parte de ella, expresada generalmente en [KVA, MVA, KW o MW]. ^[7]

$$C_i = \sum KW \text{ de c/u de los servicios instalados.}$$

CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada corresponde a la suma de todas las potencias nominales de los equipos instalados o conectados en una red o parte de ella. ^[7]

Conocida también como capacidad nominal del sistema.

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

CARGA MÁXIMA

Llamada también demanda máxima y es el máximo valor de la carga que se presenta en un determinado periodo 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 calcularse o estimarse en base a estadísticas. ^[7]

^[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de Cuenca.

NÚMERO DE HORAS DE CARGA EQUIVALENTE

El número de horas equivalentes viene definido por la siguiente ecuación: ^[7]

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

DEMANDA.

La demanda es el promedio de la potencia durante un período de tiempo determinado, este a menudo es de 15, 20, o 30 min. El intervalo de la demanda es un intervalo de tiempo del cual se toma el valor medio de la potencia. 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). ^[7]

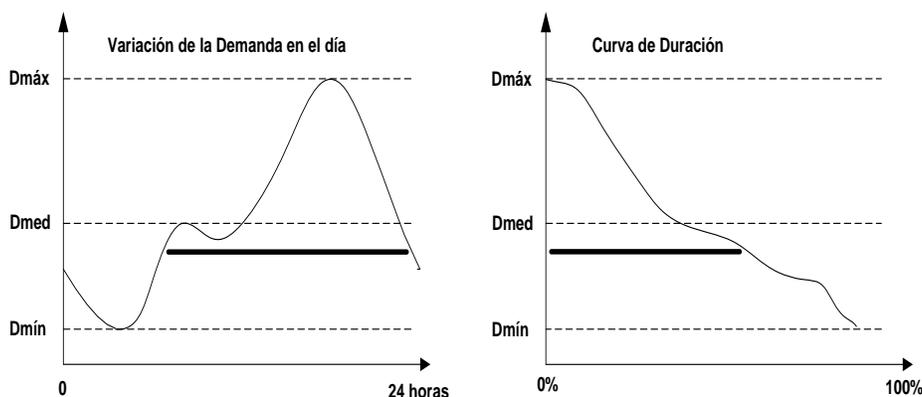


Figura 1.6 Demanda Diaria y Curva de Duración

DEMANDA MÁXIMA

La demanda máxima es la mayor demanda durante un periodo de tiempo especificado (diario, semanal, mensual, anual). ^[7]

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA (DMUn)

El valor máximo de la potencia, expresada en Watios, kW o kVA que se transfiere de la red eléctrica de distribución de baja tensión a la instalación del consumidor tipo durante el periodo de máximo requerimiento. ^[7]

^[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de Cuenca.



DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA (DMUp)

Se expresa en kWh/mes/abonado (consumo) o kVA (potencia, considerando el factor de potencia a nivel de abonado residencial de 0,92) considerará los incrementos de la DMUp durante el período de vida útil de la instalación, originados en la intensificación progresiva en el uso de artefactos domésticos. [7]

TASA DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA

Para el diseño de circuitos primarios se debe tomar en consideración las proyecciones de la demanda en la zona de influencia de la línea primaria o de la subestación. En estos casos y teniendo en cuenta la escasez de datos estadísticos confiables y numerosos que permiten aplicar criterios de extrapolación, se debe determinar una tasa de crecimiento geométrico en base a los siguientes factores: [7]

- El crecimiento demográfico.
- El aumento en el consumo por mejoramiento del nivel de vida.
- Los desarrollos industriales, comerciales, turísticos, agropecuarios y otros previsible.
- El posible represamiento de la demanda debido al mal servicio prestado anteriormente.
- La ubicación de instituciones educativas que demandan recursos tecnológicos tales como Internet. [7]

Para la tasa de crecimiento de la demanda se utilizará una de las siguientes fórmulas de acuerdo a las necesidades y experiencia del proyectista. [7]

Tasa de crecimiento Geométrico

Tasa de crecimiento Aritmético

$$r = \sqrt[n]{\frac{D_n}{D_0}} - 1$$

$$r = \frac{D_n - D_0}{n}$$

Dónde:

D_n = Demanda para el período de proyección (cargas de diseño)

D_0 = Demanda actual

n = Período de proyección:

15 años para redes de distribución primarias

10 años para transformadores de distribución

[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de Cuenca.



FACTOR DE DEMANDA (Fd)

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. [7]

$$F_d = \frac{C_m}{C_i} = \frac{D_m}{C_i} \leq 1$$

Dónde:

C_m = Carga máxima.

C_i = Carga instalada.

D_m = Demanda máxima.

FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu)

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un intervalo de tiempo. [7]

$$F_u = \frac{C_m}{C_{ins}} = \frac{D_m}{C_{ins}}$$

Dónde:

C_{ins} = Capacidad instalada

El factor de utilización indica la utilización máxima del equipo o instalación, mientras que el factor de demanda nos da el porcentaje de carga que se está alimentando. [7]

FACTOR DE CARGA (Fc)

Está dado por la razón entre la carga (demanda) promedio y la carga (demanda) máxima durante un mismo intervalo de tiempo dado. [7]

$$F_c = \frac{D_p}{D_m}$$

Dónde:

D_p = Demanda promedio

El factor de carga está dentro de los siguientes límites:

$$0 < F_c \leq 1$$

[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de Cuenca.



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:

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

FACTOR DE DIVERSIDAD O DE GRUPO (F_{div})

El factor de diversificación, diversidad o de grupo viene dado por la siguiente relación:^[7]

$$F_{div} = \frac{DMNC}{DMC} > 1$$

Dónde:

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:

$$DMC = \frac{DMi}{F_{div}}$$

DMi= Demanda Máxima Individual.

FACTOR DE SIMULTANEIDAD O COINCIDENCIA (F_{co})

El factor de coincidencia es la que se aplicará para dimensionar el equipo (transformadores o 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. ^[7]

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

$$DMC = DMi \times F_{co}$$

^[7] Ing. Modesto Salgado; Subestaciones Eléctricas; Docente de la Universidad de Cuenca.



CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL ENTORNO

Se describir los métodos utilizados por las distintas Empresas Distribuidoras de Energía del país para el dimensionamiento del Sistema de Distribución, específicamente se analizarán los procedimientos actuales para determinar la Demanda Diversificada (DD) y la Demanda Máxima Unitaria (DMU). Se establecerá valores de referencia sobre los cuales se incorporará el incremento debido al programa de cocción eficiente.

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA

En el Ecuador, 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 se tiene, en nuestro medio, principalmente, el Método de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Dentro del segundo grupo, está el método de la REA (Rural Electrification Administration), este método es utilizado por la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, la Empresa Eléctrica CENTROSUR, la Empresa Eléctrica de Ambato.

2.1.- MÉTODO UTILIZADO POR LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI “ELEPCO S.A.”

2.1.1.- CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA DEMANDA

2.1.1.1.- CATEGORIZACIÓN DEL CLIENTE

Para la determinación del tipo de cliente se ha tomado en cuenta las características constructivas para proyectos y parámetros como el estándar de vida de los habitantes, también los servicios que presenten como: calidad de vías, agua potable, alcantarillado y el consumo de energía son los factores principales que permiten establecer la siguiente categorización: ^[8]

[8] Página de Internet; repositorio.utc.edu.ec



2.1.1.1.1.- CATEGORÍA A

Se considera en esta categoría a todos los usuarios que su consumo mensual sea igual o mayor a 351 KWh, dentro de este rango se consideran a las zonas urbanísticas centrales y/o comerciales de los cantones las cabeceras cantonales de la provincia de Cotopaxi, también se toma en cuenta los proyectos residenciales que el proyectista las califique dentro de este tipo. ^[8]

2.1.1.1.2.- CATEGORÍA B

Se considera dentro de esta categoría a los usuarios que su consumo mensual este entre los 111 a 350 KWh, siendo los que habitan en la zona periférica de las ciudades y cantones. ^[8]

2.1.1.1.3.- CATEGORÍA C

Se considera dentro de esta categoría a todos los usuarios que su consumo de energía mensual este entre los 51 a 110 KWh. ^[8]

2.1.1.1.4.- CATEGORÍA D

Se considera dentro de esta categoría a todos los usuarios que habiten en la zona rural teniendo en cuenta que su consumo sea igual o menos a 50 KWh. ^[8]

2.1.1.2.- RECOLECCIÓN DE DATOS

- Primero: Se procede a la recolección del número de medidor de energía eléctrica de los usuarios en distintos sectores tanto urbanos como rurales dentro del área de concesión de la empresa eléctrica.
- Segundo: Con los números de los medidores de los usuarios se procedió a la verificación en el sistema obteniendo el número de cuenta de la ELEPCO S. A., para obtener el consumo energético mensual en KWh, y revisar el historial de consumo de cada uno de los usuarios registrados y proceder al respectivo calculo. ^[8]

^[8] Página de Internet; repositorio.utc.edu.ec



2.1.1.3.- MÉTODO REA

En la aplicación de este método se utiliza el consumo mensual de energía eléctrica en KWh, de los consumidores residenciales, con el cual obtenemos la potencia o demanda máxima unitaria de un grupo de consumidores. [9]

La ecuación del método REA es la siguiente:

$$D_{\max} = \text{Factor A} * \text{Factor B}$$

Dónde:

$$\text{Factor A} = n \left[1 - (0.4 * n) + 0.4 * (n^2 + 40)^{0.5} \right].$$

$$\text{Factor B} = 0.005925 * (C_e)^{0.885}$$

n = Número de usuarios.

C_e = Consumidor específico.

$$C_e = \frac{\sum \text{kWh/mes}}{n}$$

En el siguiente ANEXO 2, se muestra las tablas con los datos, en donde, se anotan los resultados de los cálculos de la aplicación del método REA, tanto para las categorías A, B, C y D.

2.1.1.4.- CÁLCULO DE LA TASA DE INCREMENTO

Para efectos de diseño debe considerarse los incrementos de la demanda que tendrá lugar durante el periodo de vida útil de la instalación que en casos de las redes de distribución en aéreas residenciales, se originan en la intensificación progresiva en el uso de artefactos domésticos y por el incremento de nuevos usuarios. Se expresa por un valor índice acumulativo anual “Ti”, el cual permite determinar el valor de la demanda máxima unitaria proyectada (DMUp), para el periodo de “n” años, en el ANEXO 3 se indica una tabla, en donde, se anotan las tasas de incrementos anuales (Ti) en las distintas categorías para un número de usuarios específicos. [8]

[8] Página de Internet; repositorio.utc.edu.ec

[9] Ing. Ernesto Abril; REA (Administración Rural de Electrificación); Demandas máximas unitarias.



2.1.1.5.- CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA

Para proceder al cálculo de la demanda máxima unitaria proyectada (DMUp), se emplea la siguiente expresión, obtenida de las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Quito. [10]

$$DMU_p = DMU * \left(\frac{1+Ti}{100} \right)^n$$

Dónde:

DMU= Demanda máxima unitaria (Método REA).

Ti= Tasa de incremento anual.

n= Periodo de años.

Una vez cálculo estos datos, se proceden a anotarlos en el cuadro que se indica en el ANEXO 4.

2.1.1.6.- CÁLCULO DEL FACTOR DE DIVERSIDAD

A continuación se indica la fórmula para el cálculo del factor de diversidad. [11]

$$FD_n = \frac{n * DMUp_{(n)}}{DMUp_{(n)}}$$

Dónde:

n = Número de Usuarios.

DMUp_(n) = Demanda Máxima Unitaria Proyectada de un solo usuario.

Una vez cálculo estos datos, se proceden a anotarlos en el cuadro que se indica en el ANEXO 5.

[10] Normas para sistemas de distribución parte A; Guía de diseño, Empresa Eléctrica Quito; Editorial EEQSA 1994.

[11] Ing. Ernesto Abril; Docente de la UTC.

2.2.- MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

Para la proyección de la demanda eléctrica, debe considerar diversos parámetros como localización del proyecto en relación a centros urbanos desarrollados, división y uso del suelo que se encuentra detallado en la Tabla 2.1. ^[12]

Tabla 2.1 División del Suelo y Tipo de Vivienda

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	PARÁMETROS DE DISEÑO				
	DIVISIÓN DEL SUELO Y TIPO DE VIVIENDA			FECHA:	
USUARIO TIPO	ZONA TIPO	ÁREA/LOTE MÍNIMA (m ²)	VIVIENDA TIPO	CUS %	FRENTE MÍNIMO (m)
A	R.1	1.500	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
		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

NOTA:

CUS = coeficiente de utilización del suelo.

Para viviendas Bifamiliar deben considerarse 2 consumidores por lote.

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

^[12] Normas para Sistemas de Distribución, EEQ S.A.



2.2.1.- 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 potencia nominal de cada uno de ellos, y se establece una lista de los mismos en el ANEXO 6. ^[12]

Para el efecto se puede emplear el formato de la Tabla 2.2, en la que lista los referidos artefactos, y parámetros adicionales útiles para el cálculo final de la demanda máxima unitaria. ^[12]

^[12] Normas para Sistemas de Distribución, EEQ S.A.



Tabla 2.2 Plantilla para la determinación de Demandas Unitarias de Diseño

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	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= _____ DMU(KVA)= _____				FACTOR DE DEMANDA: $FDM = \frac{DMU}{CIR} =$ _____			

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 aquel consumidor que posee condiciones promedio y se adopta como representativo del grupo. ^[12]

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

$$CIR=P_n \times FFU_n \times 0.01$$

Dónde:

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 periodo de máxima solicitud (19 y 20 horas). ^[12]

La DMU se obtiene a partir de:

$$DMU=CIR \times FS_n \times 0.01$$

Dónde:

DMU= Demanda máxima unitaria.

CIR= Carga instalada por consumidor representativo.

FS_n = 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.

^[12] Normas para Sistemas de Distribución, EEQ S.A.



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. [12]

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 siguiente ecuación: [12]

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

Dónde:

DMU_p = Demanda máxima unitaria proyectada.

DMU = Demanda máxima unitaria.

T_i = Tasa de crecimiento de la demanda anual.

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 7.

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

$$DD = DMU_p \times \frac{N}{FD}$$

Dónde:

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 8).

[12] Normas para Sistemas de Distribución, EEQ S.A.



2.3.- MÉTODO DE LA CENTROSUR

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.

Tabla 2.3 Categorías de Abonados de la Centro Sur

CATEGORÍAS	
Área Urbana	Área Rural
A	F
B	G
C	H
D	
E	

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 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. ^[13]

[13] INELIN-COINELCA; Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana

Tabla 2.4 Abonados para el Área Urbana

CATEGORÍA	POTENCIA INSTALADA (KW)	CONSUMO ESPECIFICO (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

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: ^[13]

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

Dónde:

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 siguiente ecuación, obtenida de la correlación energía-potencia del informe de planeamiento de la red subterránea. ^[13]

$$DMU_P(KVA) = \frac{CE_p}{1,67 + 0,26 + \ln(CE_p)}$$

Dónde:

CE_p = Está dado en MWh/año.

^[13] INELIN-COINELCA; Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana

ÁREA RURAL:

Los abonados para el área rural han sido clasificados en tres categorías que constan en la Tabla 2.5. ^[13]

Tabla 2.5 Abonados para el Área Rural

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

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. ^[13]

$$DM_p = DMU_p \times N \times FC$$

Dónde:

DM_p = Demanda máxima en el punto dado.

DMU_p = Demanda máxima unitaria proyectada.

N = Número de abonados.

FC = Factor de coincidencia.

Donde el factor de coincidencia es igual a:

$$FC = N^{-0,0944}$$

^[13] INELIN-COINELCA; Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana



Esta demanda correspondiente al conjunto de abonados típicos y por lo tanto, deberán incorporarse además, en caso de incidir, la demanda de las cargas puntuales y del alumbrado público. ^[13]

$$DD=DM_p+AP+C_e$$

Dónde:

DD= Demanda de diseño.

DM_p = Demanda máxima en el punto dado.

AP = Cargas de alumbrado público.

C_e = Cargas especiales.

2.4.- MÉTODO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO NORTE AMBATO

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

2.4.1.- DESCRIPCIÓN

PASO 1: Se define la ubicación del usuario, y de acuerdo a la Tabla 2.6, se determina la zona a la que pertenece. ^[14]

Tabla 2.6 Sectores Correspondientes a las Zonas de las Normas de la EEAARN S.A.

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.

Fuente: Actualización de las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

^[13] INELIN-COINELCA; Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana

^[14] Actualización de las guías de Distribución de la Empresa Eléctrica de Ambato

PASO 2: Una vez establecida la zona, el proyectista debe definir a partir de la Tabla 2.7 la categoría de usuario a ser considerado en el diseño, tomando en cuenta características como el área de lote y el área de construcción del usuario tipo. ^[14]

Tabla 2.7 Determinación del Tipo de Usuario

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

Fuente: Actualización de las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte SA

PASO 3: 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. ^[14]

^[14] Actualización de las guías de Distribución de la Empresa Eléctrica de Ambato



Tabla 2.8 Demanda Máxima Unitaria Para Cada Categoría

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

Fuente: Actualización de las guías de diseño de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte SA.

PASO 4: Como complemento, las guías de diseño definen valores de factores de diversidad para cada n usuarios (ANEXO 9), los cuales adjuntos a la información obtenida en los pasos anteriores permiten determinar la demanda diversificada para n usuarios. ^[14]

$$D_{div} = \frac{DMU \cdot n}{F_{div}}$$

Dónde:

Ddiv= Demanda diversificada para n usuarios.

DMU_p= Demanda máxima unitaria proyectada.

n = Número de usuarios.

Fdiv= Factor de diversidad, que depende de n.

[14] Actualización de las guías de Distribución de la Empresa Eléctrica de Ambato



CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA PARA LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1.- CARACTERÍSTICAS Y COSTUMBRES DE ALIMENTACIÓN EN LAS PARROQUIAS RURALES DE CUENCA

Cuenca situada entre los 2.350 y 2.550 metros sobre el nivel del mar, en el sector sur de la Cordillera Andina Ecuatoriana.

El clima es benigno, una temporada de sequía afecta en la actualidad a Cuenca y sus alrededores, entre junio y septiembre. El resto del año hay períodos de intensidad lluviosa variable, sobre todo octubre-diciembre y marzo-mayo.

Con una población de alrededor de 450.000 habitantes, es la tercera más grande e importante ciudad del Ecuador, y también la más atractiva y tranquila.

La alimentación de los habitantes rurales de Cuenca se basa en granos verdes o secos, entre los que sobresalen leguminosas como la arveja, frejol y haba; tubérculos como melloco, yuca, camote, papa; verduras y más productos como maíz, arroz.

Adicionalmente, la alimentación de los cuencanos se compone de pollo, cerdo y res, principalmente; aunque en ciertas parroquias se mantiene la tradición de consumir carne de cuy, borrego, chivo y conejo.

La cocina cuencana tiene tres elementos principales: el maíz, la pepa de zambo y la carne de cerdo. El maíz se halla presente en gran número de platos debido a que puede utilizar para realizar tortillas, humas (chumales), mote pata, chicha de jora, entre otros; la pepa de zambo es utilizada en vez del maní lo que hace que cambie el sabor de la comida y del cerdo se puede degustar su cascarita (cuchicara), fritada, sancocho, morcillas, acompañado por mote y tostado es una verdadera delicia.

Igualmente se puede visitar la parroquia de Baños, deleitándose de empanadas de viento, choque con queso, carnes asadas con llapingachos y mote pillo.

Otro sector es San Joaquín en donde se puede encontrar carne asada, tamales, papas con cuero, mote sucio, acompañado de agua de hierbas conocido como “agua de frescos”.

En el sector de Sayausí podrá disfrutar de otra forma de elaboración de cerdo “chancho a la barbosa”.

Platos clásicos de la ciudad no puede faltar, como el seco de chivo, caldo de patas, caldo de mocho, sancocho, fritada, cuy asado, guatita, carne asada, llapingachos, empanadas de viento, morcillas, cascaritas, que se ofertan todo el año y son representativos para todos los cuencanos.

También se consume algunas combinaciones a base de verduras, granos e inclusive carne; entre los destacados están: el locro de nabos, habas, coles, sopa de zambo, mote casado, arroz de cebada, sopa de harina de arveja

Como se puede ver Cuenca no tiene una ruta gastronómica definitiva, sino es un complemento de los diferentes tours que se realizan por las parroquias.



Figura 3.1 Parroquias Rurales del Cantón Cuenca

Fuente: GAD municipal de Cuenca



3.2.- MÉTODO DE CÁLCULO DE LA INCIDENCIA DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN

Para determinar la afectación de la puesta en marcha del Plan de Cocción Eficiente en las redes de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A. en la ciudad de Cuenca, se debe partir del análisis del uso actual que los clientes residenciales están dando a sus cocinas y calefones a base de GLP, esto se hace determinando las curvas de hábito de uso horario o Factor de Variación Horario tanto para la cocina como para el calefón a base de GLP. Para esto se ha propuesto la siguiente metodología:

1. Identificar la población y muestra sobre los que se ha de realizar el estudio.
2. Realizar una investigación de campo por medio de encuestas aplicadas a los segmentos antes mencionados.
3. Recopilar y tabular los datos obtenidos.
4. Procesar y analizar los datos.

3.2.1.- POBLACIÓN, SECTORES Y SEGMENTOS A REALIZAR EL ESTUDIO

La investigación de campo que se plantea hacer será sobre una población relativamente grande pero bastante específica, por ello se han propuesto los siguientes estratos como puntos de partida:

- Población: Zona rural del cantón Cuenca.
- Sector: Clientes residenciales conectados a los alimentadores de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

Para cumplir este objetivo se debe identificar la población, para ello se tomó información levantada de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A. De esta información se tiene que los clientes residenciales de las parroquias rurales del cantón Cuenca son:



Tabla 3.1 Clientes Residenciales Rurales de la Ciudad de Cuenca

Parroquias	Código de Parroquia	Número de clientes residenciales
BAÑOS	10151	7388
CUMBE	10152	2277
CHAUCHA	10153	542
CHECA (JIDCAY)	10154	1533
CHIQUINTAD	10155	2672
LLACAO	10156	1414
MOLLETURO	10157	1849
NULTI	10158	3325
OCTAVIO CORDERO PALACIOS (SANTA ROSA)	10159	1342
PACCHA	10160	2139
QUINGEO	10161	2553
RICAURTE	10162	7235
SAN JOAQUÍN	10163	2528
SANTA ANA	10164	3250
SAYAUSÍ	10165	6011
SIDCAY	10166	2289
SININCAY	10167	7014
TARQUI	10168	3984
TURI	10169	2939
VALLE	10170	9055
VICTORIA DEL PORTETE (IRQUIS)	10171	1612
Total		72951

Fuente: Departamento de SIGADE - Atributo consumidor 20/08/2014

Una vez delimitada la población de estudio, se procede a calcular el tamaño de la muestra:



3.2.2.- DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

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

Donde la muestra probabilística se definirá en los siguientes términos

Población: es el conjunto de todos los elementos, que denotamos con la letra (N)

Muestra: es el subconjunto de la población denotada por la letra (n)

3.2.2.1.- Tamaño de la muestra

La fórmula para determinar el tamaño de la muestra se encuentra dado por la siguiente expresión:^[15]

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

Dónde:

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 o universo de la siguiente manera:^[15]

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

Dónde:

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 clientes residenciales rurales del cantón Cuenca, los cuales son 72951 clientes, estos datos son de agosto del 2014.

Dónde:

Población $N = 72951$ clientes rurales.

Para obtener la media poblacional del área rural, se determinó el consumo promedio de todos los abonados de la zona rural.

^[15] William G. Cochram; Teoría de muestreo.



Por lo tanto el promedio para cada población es de:

Rural: 86,814 kW/h

De acuerdo con la fórmula de la muestra debemos determinar la varianza de la muestra:

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

Dónde:

S^2 : es la varianza de la muestra

p : es la probabilidad de ocurrencia de la media.

La probabilidad de ocurrencia de acuerdo a su media, se obtendría una probabilidad (p) muy baja ocasionando que la varianza (S^2) sea baja teniendo una muestra muy pequeña.

Para corregir este inconveniente lo que se hizo es encontrar la probabilidad de ocurrencia un intervalo de cada media, se consideró un intervalo de $\pm 15\%$ de la media definiendo así el intervalo para cada media:

Rural: 86,814 kW/h intervalo de 73,792 a 99,83 kW/h

Dentro de cada intervalo se encontró cada población correspondiente:

Rural: intervalo de 73,792 a 99,83 kW/h con una población de 10179 clientes

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

Rural:

$$p = \frac{10179}{72951} = 0,13953$$

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

Rural:

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

$$S^2 = 0,13953(1 - 0,13953)$$

$$S^2 = 0,12006$$



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

Por lo tanto la varianza de la población es:^[15]

$$\begin{aligned}V^2 &= Se^2 \\V^2 &= (0,03)^2 \\V^2 &= 0,0009\end{aligned}$$

Con estos datos podemos encontrar el tamaño de cada muestra:

Rural:

$$\begin{aligned}n &= \frac{S^2}{V^2} \\n &= \frac{0,12006}{0,0009} \\n &= 133,403 \cong 133\end{aligned}$$

Si ajustamos el tamaño de la muestra tenemos:

Rural:

$$\begin{aligned}n' &= \frac{n}{1 + n/N} \\n' &= \frac{133}{1 + \frac{133}{72951}} \\n' &= 133,160\end{aligned}$$

Como podemos ver el tamaño de la muestra ajustada (n') con respecto al tamaño de la muestra (n) no difiere ya que esta es pequeña con relación al universo, por lo que la muestra para este análisis será:

$$n = 133 \text{ clientes rurales}$$

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

Se determinará la fracción del estrato que la denotaremos como (fh) y se obtiene de la siguiente manera:

$$fh = \frac{n}{N}$$

[15] William G. Cochran; Teoría de muestreo.

Donde para el área rural es igual:

$$fh = \frac{133}{72951} = 0,001829 \quad \text{rural}$$

El total de la subpoblación se multiplica por esta fracción con la finalidad de obtener el tamaño de la muestra por estrato en el área rural, de esta manera se presenta en la Tabla 3.3, el tamaño de la muestra.

Tabla 3.2 Categorías de la Centro Sur

CATEGORÍA	RANGO DE CONSUMO (kWh)
E-F-G-H	0-50
D	51-110
C	111-200
B	201-500
A	501+

Fuente: Departamento de Planificación

Tabla 3.3 Tamaño de la Muestra por Estrato de la Zona Rural

Zona Rural					
Categorías	Estratos	Número de clientes	Porcentaje %	Fracción de estrato	Muestra por estrato
E-F-G-H	estrato 0-50	28111	38.534	0.001829	51
D	estrato 51-110	24065	32.988	0.001829	44
C	estrato mayor a 110	20775	28.478	0.001829	38
		72951	100		133

Una vez calculado el número de encuestas por estrato, se procede a determinar las muestras para cada parroquia y de esta manera identificar las zonas de mayor interés para el estudio presente.

Tabla 3.4 Tamaño de la Muestra para cada Parroquia en Zona Rural

Cantón	Parroquias	Código de la Parroquia	Número de clientes residenciales	Número de encuestas
CUENCA	BAÑOS	10151	7388	14
CUENCA	CUMBE	10152	2277	4
CUENCA	CHAUCHA	10153	542	1
CUENCA	CHECA (JIDCAY)	10154	1533	3
CUENCA	CHIQUINTAD	10155	2672	5
CUENCA	LLACAO	10156	1414	3
CUENCA	MOLLETURO	10157	1849	3
CUENCA	NULTI	10158	3325	6
CUENCA	OCTAVIO CORDERO PALACIOS (SANTA ROSA)	10159	1342	2
CUENCA	PACCHA	10160	2139	4
CUENCA	QUINGEO	10161	2553	5
CUENCA	RICAUURTE	10162	7235	13
CUENCA	SAN JOAQUÍN	10163	2528	5
CUENCA	SANTA ANA	10164	3250	6
CUENCA	SAYAUSÍ	10165	6011	11
CUENCA	SIDCAY	10166	2289	4
CUENCA	SININCAY	10167	7014	13
CUENCA	TARQUI	10168	3984	7
CUENCA	TURI	10169	2939	5
CUENCA	VALLE	10170	9055	17
CUENCA	VICTORIA DEL PORTETE (IRQUIS)	10171	1612	3
		Total	72951	133

Una vez calculado el número de encuestas para cada parroquia, y dependiendo del número de muestra que poseen las mismas, las parroquias que tiene un mínimo número de muestras, se las agruparan a las que tienen un considerable número de encuestas, como se indica en la siguiente tabla.



Tabla 3.5 Agrupación tomando como referencia a las Parroquias con mayor número de Clientes

Parroquias con mayor número de clientes	Parroquias con menor número de clientes	Número de encuestas
EL VALLE	QUINGEO	32
	SANTA ANA	
	PACCHA	
BAÑOS		14
RICAUURTE	LLACAO	26
	SIDCAY	
	NULTI	
SAYAUSÍ	SAN JOAQUÍN	20
	MOLLETURO	
	CHAUCHA	
SININCAY	CHIQUINTAD	23
	CHECA	
	OCTAVIO CORDERO	
	PALACIOS (SANTA ROSA)	
TARQUI	TURI	18
	CUMBE	
	VICTORIA DE PORTETE	
	TOTAL	133

3.3.- PROCESO Y ANÁLISIS DE RESULTADO

Los resultados de la encuesta arrojaron ciertos comportamientos esperados, a continuación se resumen las preguntas, que a parecer del autor, son predominantes en el desarrollo del presente estudio.

En las parroquias rurales de Cuenca, el 95% de los consumidores pagan una tarifa igual o inferior a los \$USD 20, siendo solo el 5% quienes superan este rango.

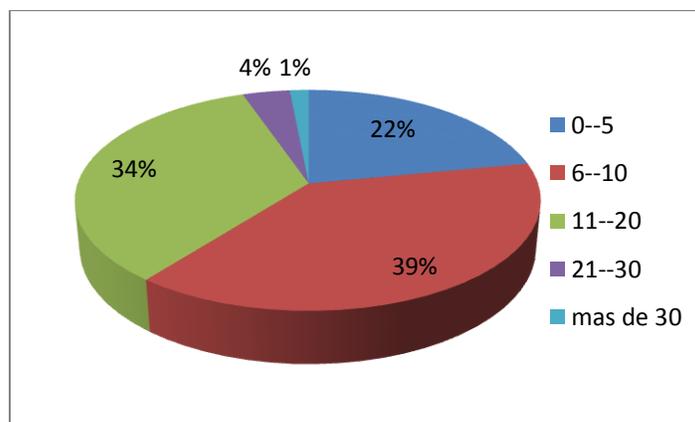


Figura 3.2 Porcentaje de carga por Energía

Del total de encuestados el 89% utilizan la cocina a base de GLP y el resto utilizan gas y leña a la vez en diferentes horarios. Siendo el 86% de éstas de 4 quemadores y el 14% son de 2,3 y 6 quemadores.

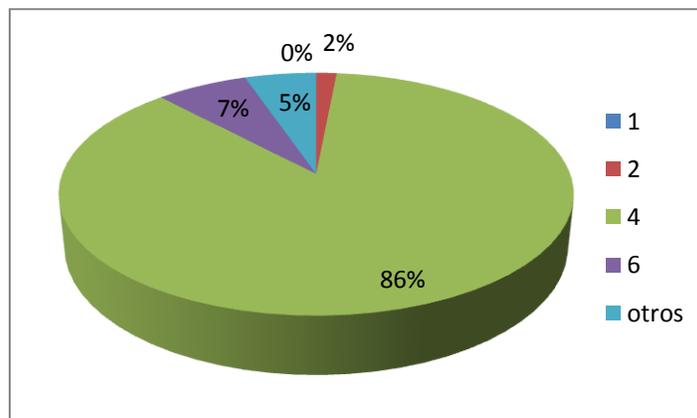


Figura 3. 3 Utilización del número de Hornillas

Respecto al cilindro de GLP destinado solamente a la cocción de alimentos el 55% de encuestados utilizan un cilindro de gas al mes, el 36% dos cada mes y sólo el 9% utiliza más de dos cilindros al mes.

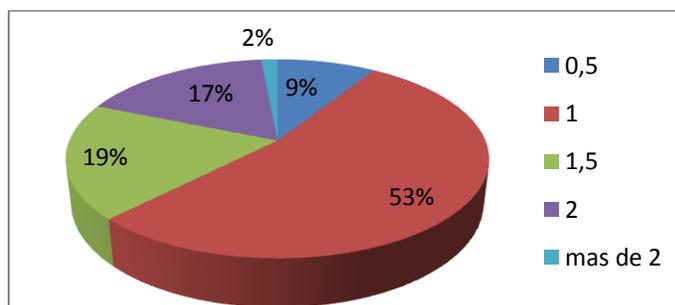


Figura 3.4 Utilización del número de cilindros de GLP

Respecto al calentamiento de agua para lavar las manos, los platos, etc., sólo el 55% utilizan agua caliente, del cual el 37% utilizan un calefón a base de GLP, el 1% calefón eléctrico, el 16% calienta el agua en la cocina a base de GLP y el 1% a leña.

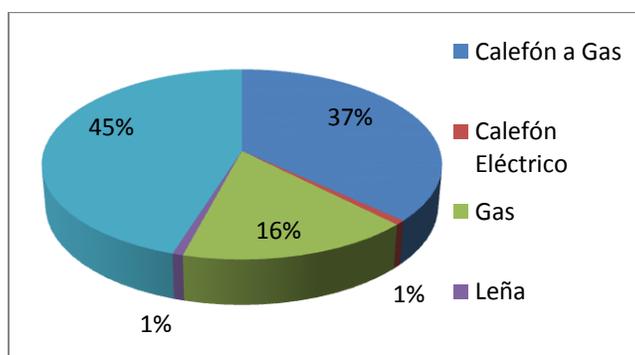


Figura 3.5 Equipos para calentar el agua

Del total de encuestados el 80% utiliza agua caliente para bañarse, de ellos, 38% utilizan un calefón a base de GLP, el 41% la ducha eléctrica, el 1% calefón eléctrico.

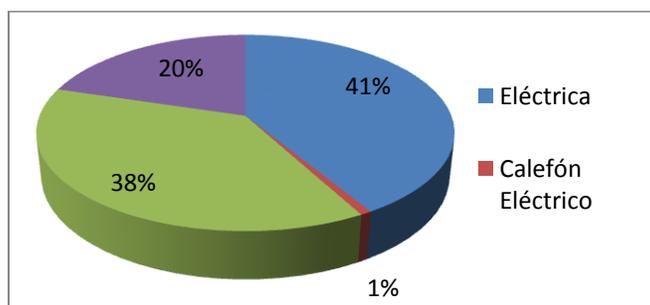


Figura 3.6 Tipos de Duchas

Respecto a la iluminación, el 81% utilizan solo focos ahorradores y el 19% focos ahorradores e incandescentes a la vez.

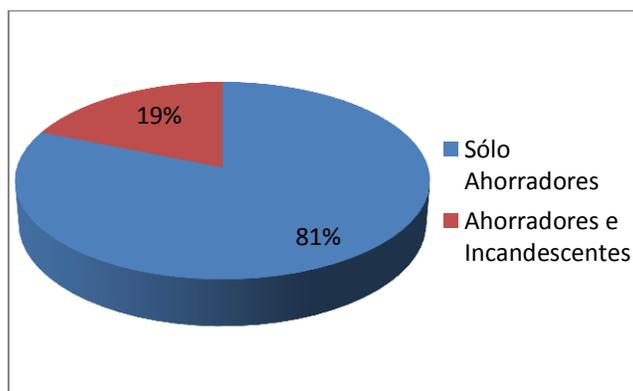


Figura 3.7 Tipos de Focos

3.3.1.- Curvas de hábito de uso Horario o Factor de Variación Horario de Cocinas y Calefón a base de GLP, Ducha Eléctrica.

Para obtener las curvas de uso horario de la cocina y calefón a base de GLP, ducha eléctrica, se realiza una curva para cada uno de los aparatos. Se divide el día en intervalo de 15 min, y se van ubicando los clientes de acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta, ingresándolos de acuerdo a la hora que se utiliza y el tiempo que permanecen encendidos, en la mañana, tarde y noche. Una vez ingresados los datos a lo largo del todo el día, se procede a obtener el porcentaje de las encuestas, para luego multiplicar por el número total de clientes residenciales rurales de Cuenca, de esta manera se obtiene cuántos clientes están utilizando dicho aparato en determinado tiempo.

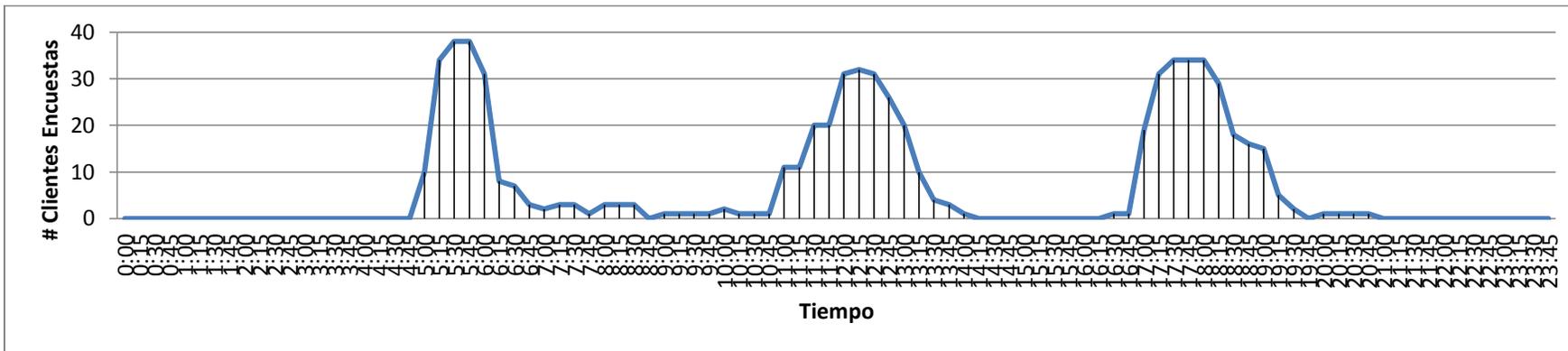


Figura 3.8 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 0 – 50 kWh

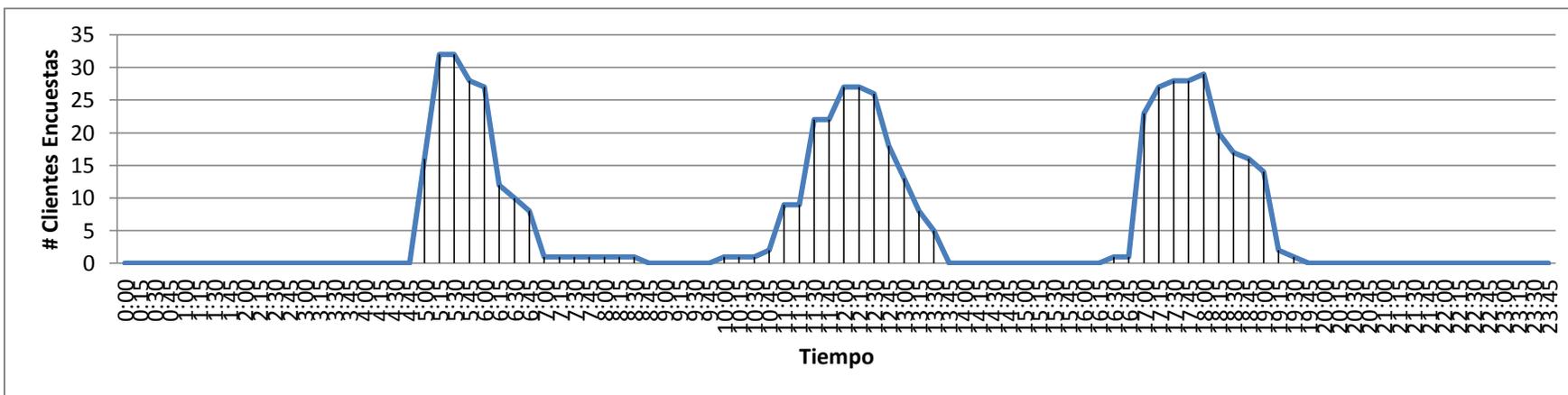


Figura 3.9 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 51 – 110 kWh

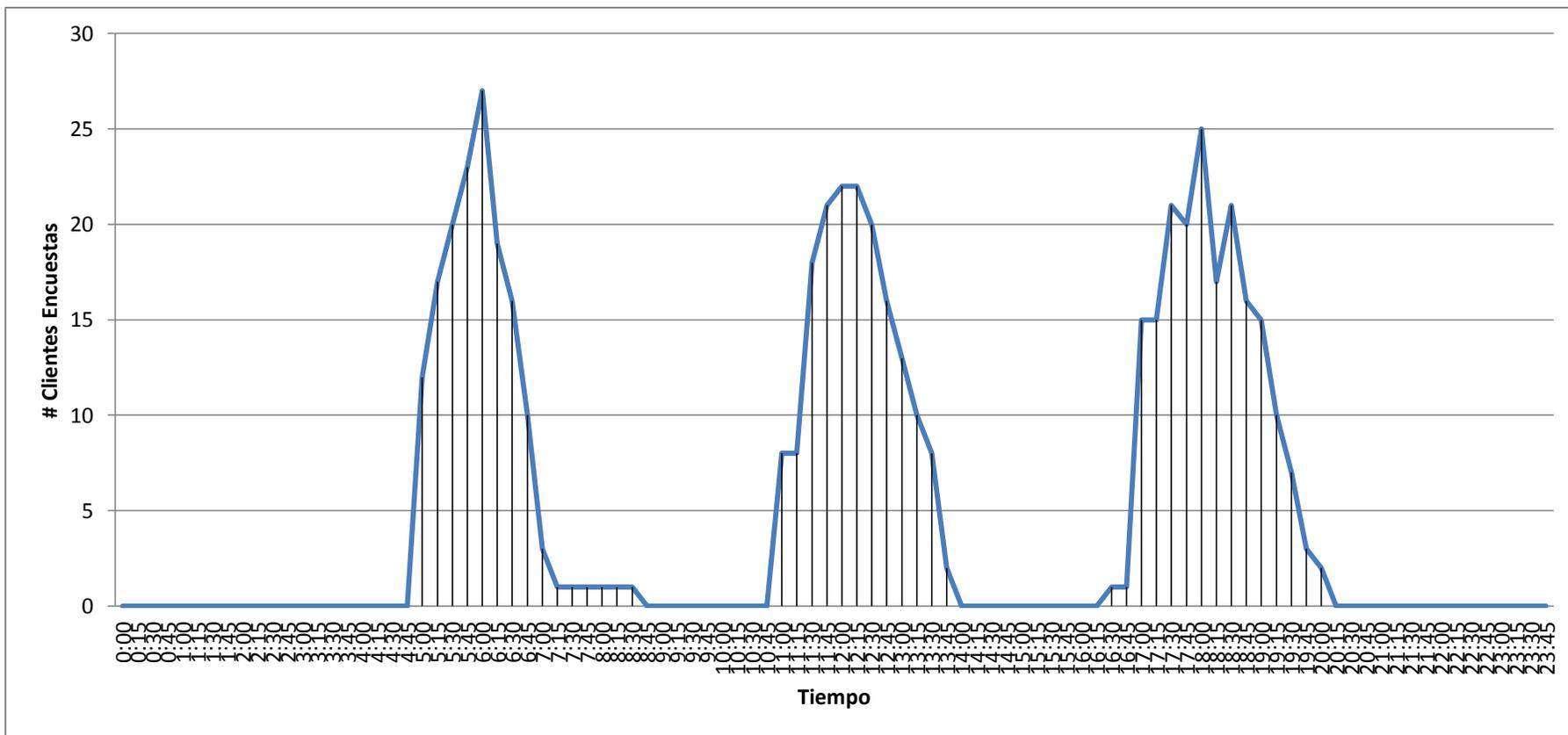


Figura 3.10 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato Mayor a 110 kWh

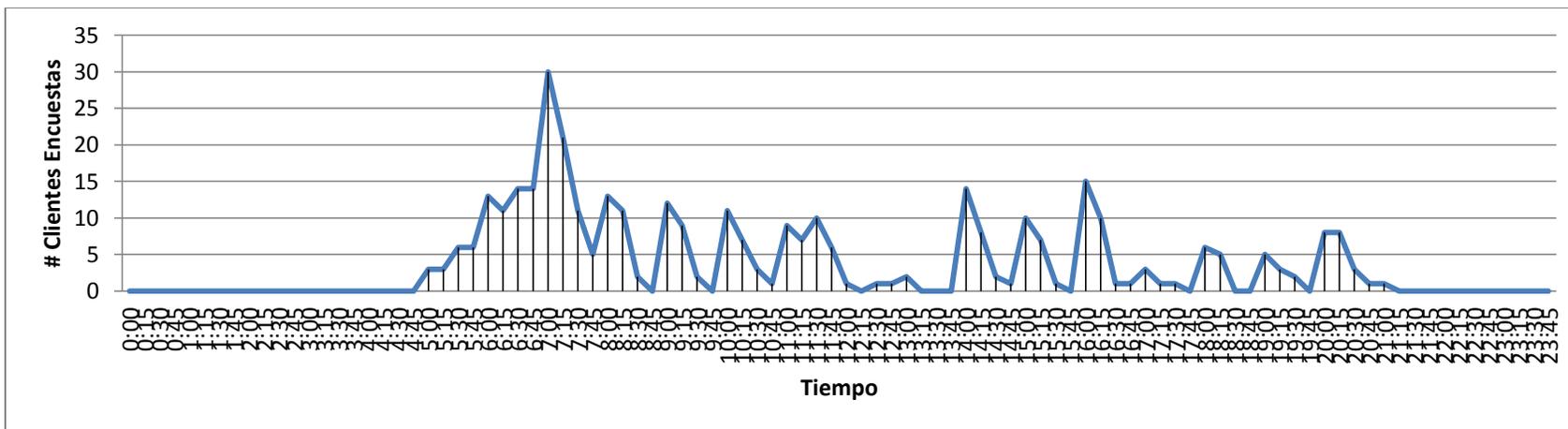


Figura 3.12 Curvas de Hábito de Uso Horario de la Ducha Eléctrica

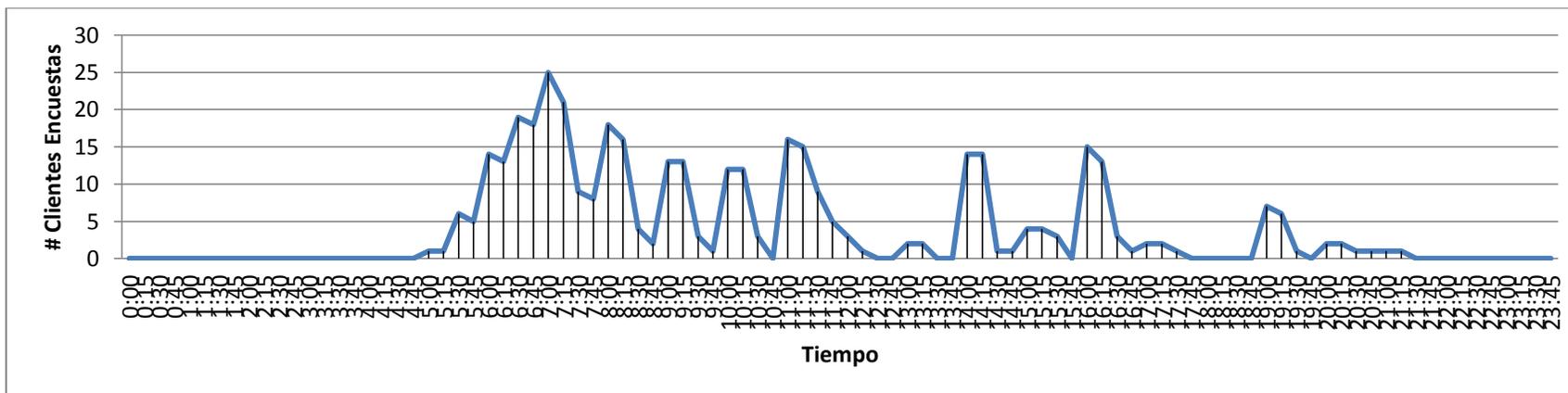


Figura 3.13 Curvas de Hábito de Uso Horario del Calefón a base de GLP



Una vez ingresado todos los datos de las encuestas, se procede a multiplicar el valor obtenido por un factor de proporcionalidad, cuyo valor es determinado por el número de clientes de la CENTROSUR dividido para el número de muestras obtenidas, este método también será utilizado para las duchas eléctricas y calefón a base de GLP, esto se realiza de la siguiente manera:

$$F = \frac{N}{n}$$

Dónde:

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 la ciudad de Cuenca que utilizan la cocina a base de GLP.

Aplicando la formula anterior:

N= 72951, clientes residenciales rurales de la CENTROSUR en la ciudad de Cuenca, datos de enero del 2014.

n= 133, número de muestras realizadas.

$$F = \frac{N}{n} = \frac{72951}{133} = 548,5$$

En la Figura 3.10 se muestra la curva del uso horario de las cocinas a base de GLP de los clientes residenciales de la CENTROSUR de la ciudad de Cuenca.

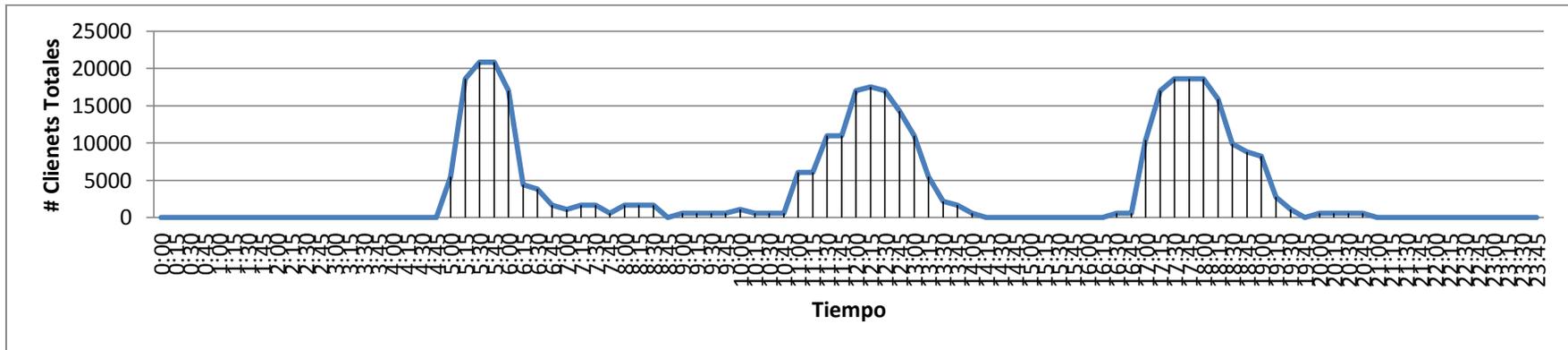


Figura 3.14 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 0 – 50 kWh

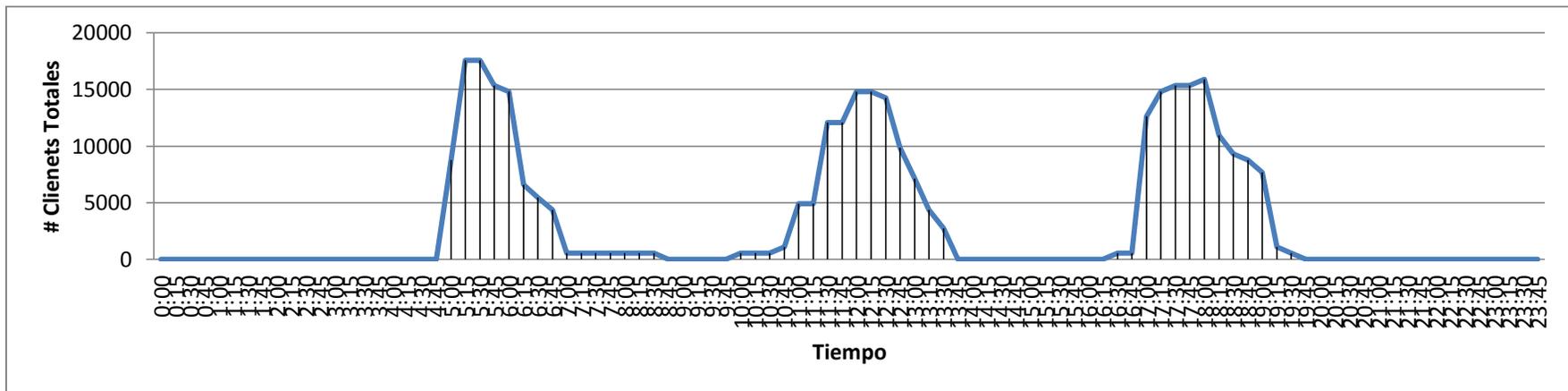


Figura 3.15 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato 51 – 110 kWh

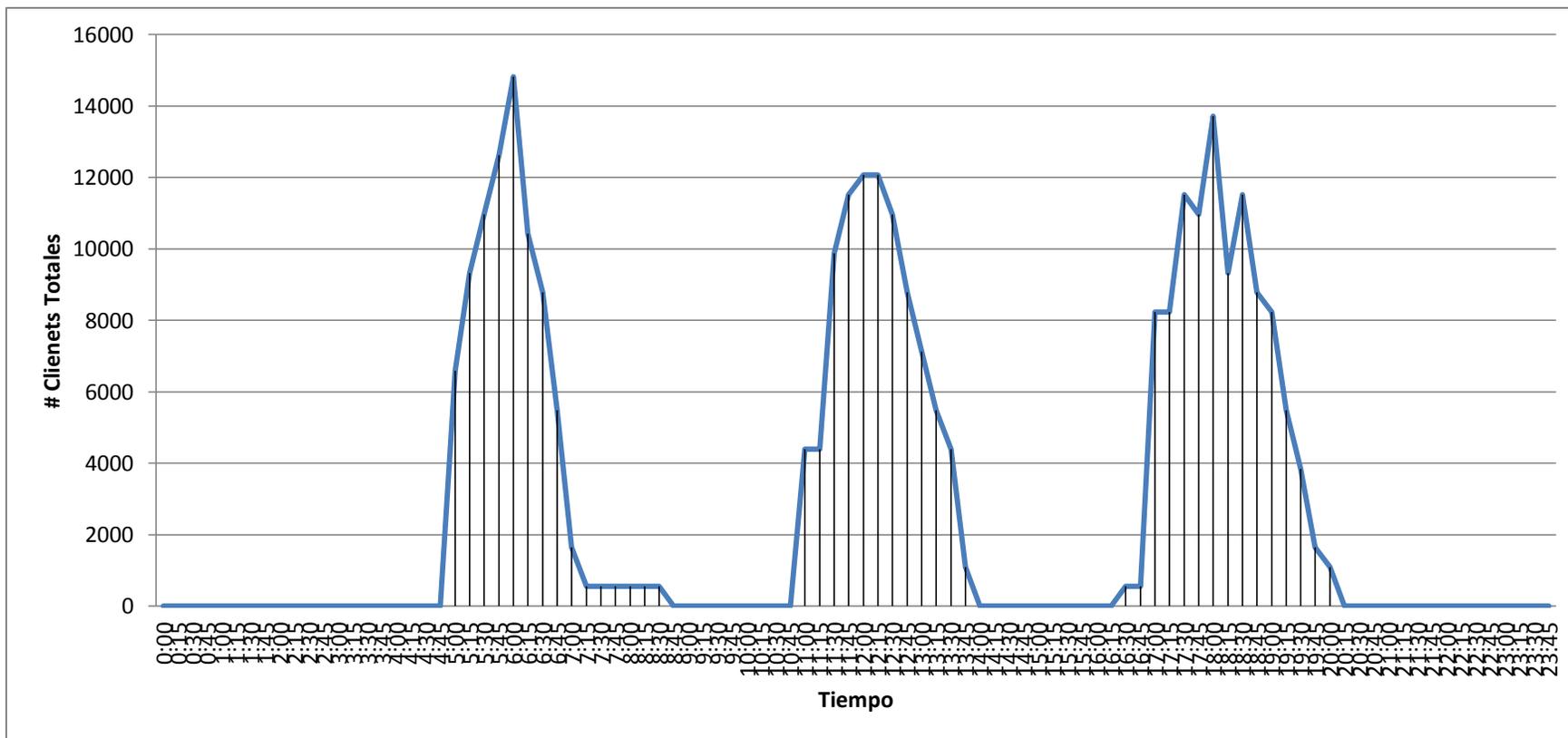


Figura 3.16 Curvas de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP para el Estrato mayor A 110 kWh

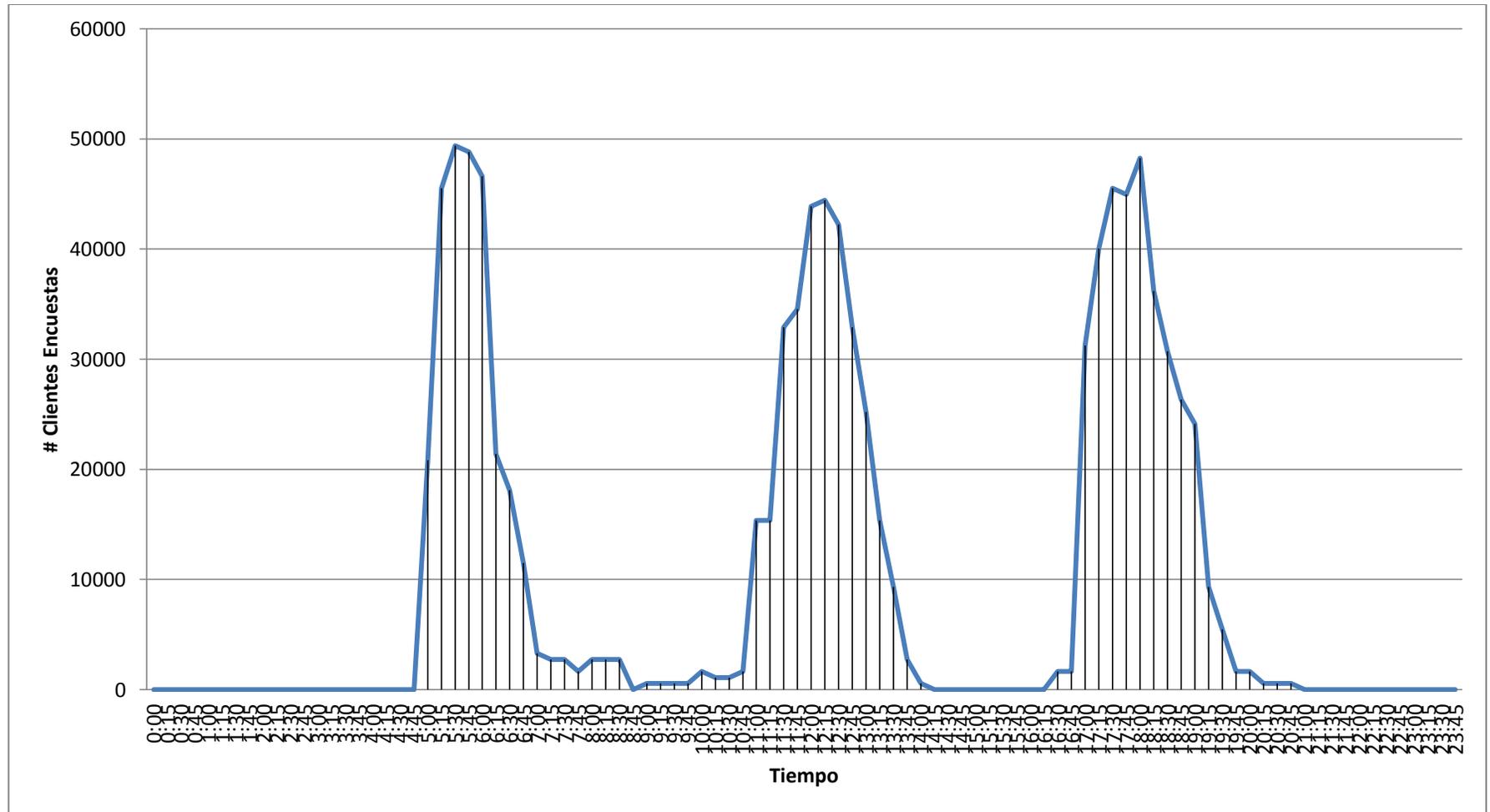


Figura 3.17 Curva Total de Hábito de Uso Horario de Cocinas a base de GLP

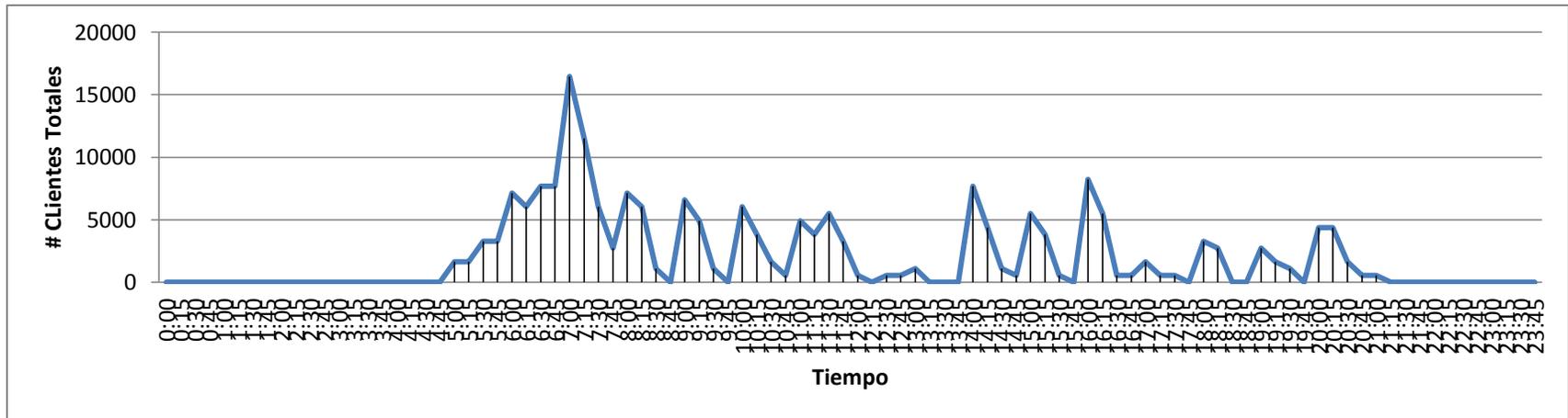


Figura 3.18 Curvas de Hábito de Uso Horario de la Ducha Eléctrica

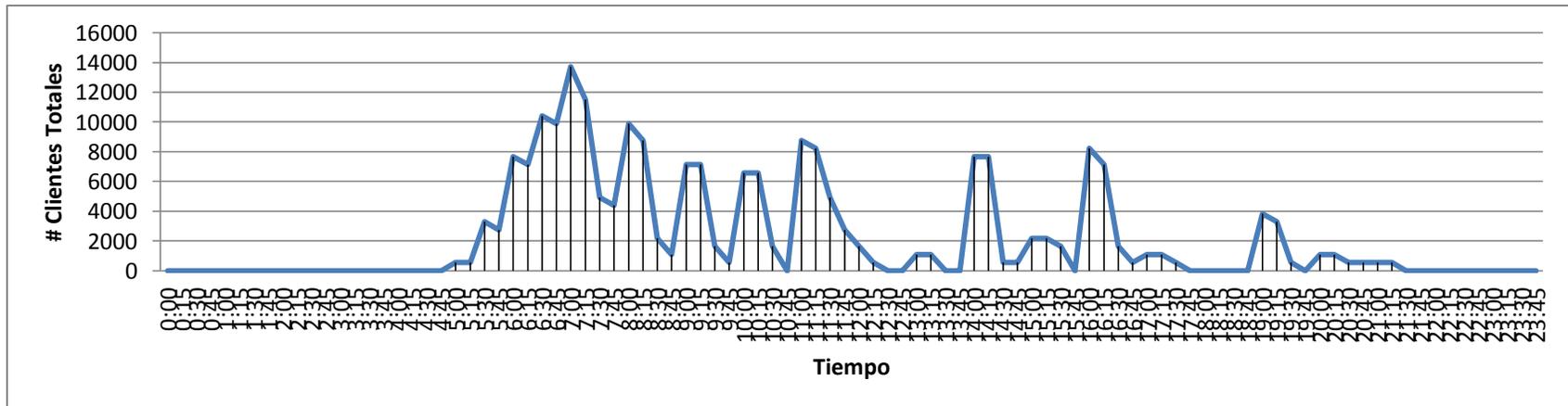


Figura 3.19 Curvas de Hábito de Uso Horario del Calefón a base de GLP

3.3.2.- Curvas de carga de la Cocina a Inducción (reemplazando la cocina a GLP), Ducha Eléctrica y Calefón a GLP.

Para obtener las curvas carga de la cocina a base de GLP. Se divide el día en intervalo de 15 min, y se van ubicando los clientes de acuerdo a los datos obtenido en la encuesta, ingresándolos de acuerdo a la hora q se utiliza y el tiempo que permanecen encendidos, en la mañana, tarde y noche. Una vez ingresado los datos a lo largo del todo el día, se procede a realizar lo siguiente:

La potencia ha sido estimada de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P = \left[\left(\sum_{i=1}^n P_i \right)_Q * F_{AQ} + \left(\sum_{i=1}^n P_i \right)_G * F_{AG} + \left(\sum_{i=1}^n P_i \right)_C * F_{AC} \right] * \frac{F_{Arp}}{1000} (kW)$$

En donde, P es el consumo de potencia activa total a nivel país, P_i es el consumo en vatios (W) de la cocina por cada hora del día y F_A es el factor de ajuste proporcional para el número de hogares

$$P_i = N_h * \overline{P_h}$$

Siendo N_h = Número de hornillas utilizadas en una hora específica y $\overline{P_h}$ = Potencia media de una hornilla. Para nuestro estudio utilizamos 1000 W por hornilla para los estratos D, E, F, G, H y 1400 para el estrato C, con un factor de potencia de 0.9.

Para calcular el factor de proporcionalidad se hace lo siguiente:

$$F = \frac{N}{n}$$

En donde, N = Número de hogares en Cuenca y n = Número de muestras

Para obtener las curvas de demanda de la ducha eléctrica y de calefón a base de GLP. Se procede de una manera semejante a la anterior.^[16]

[16] Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador; Ing. Xavier Serrano

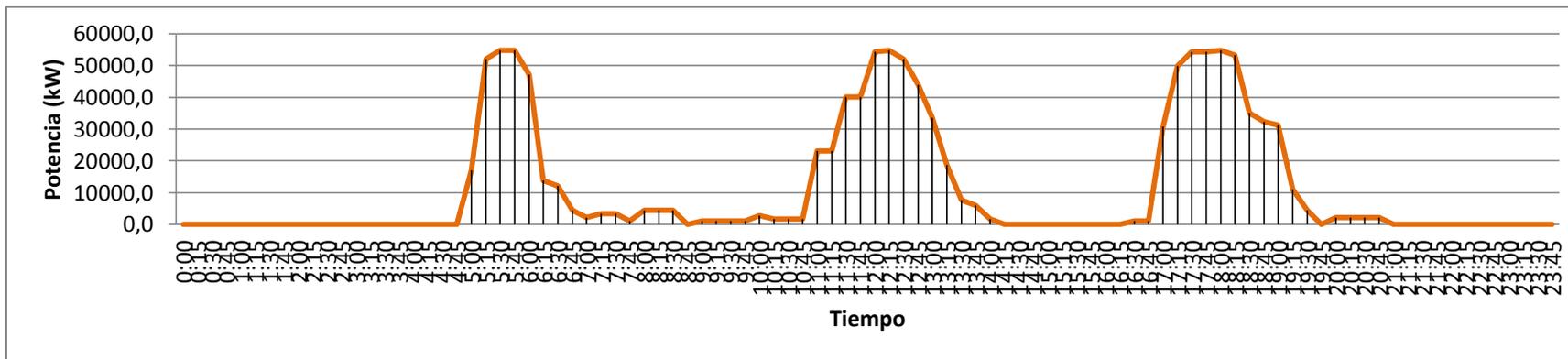


Figura 3.20 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato 0 – 50 kWh (# Total de Clientes)

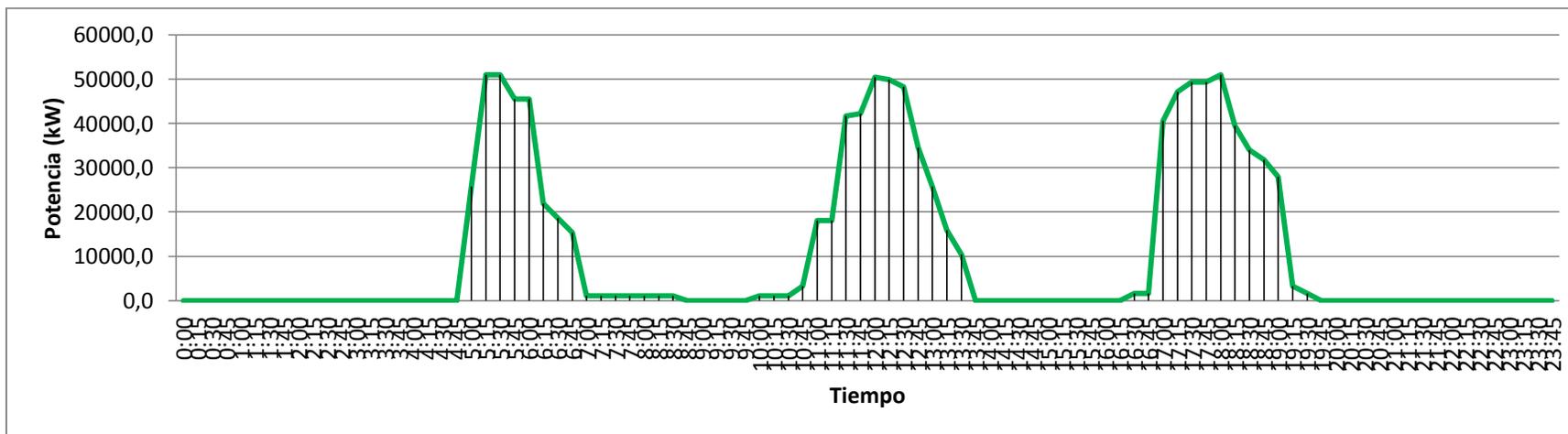


Figura 3.21 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato 51 – 110 kWh (# Total de Clientes)

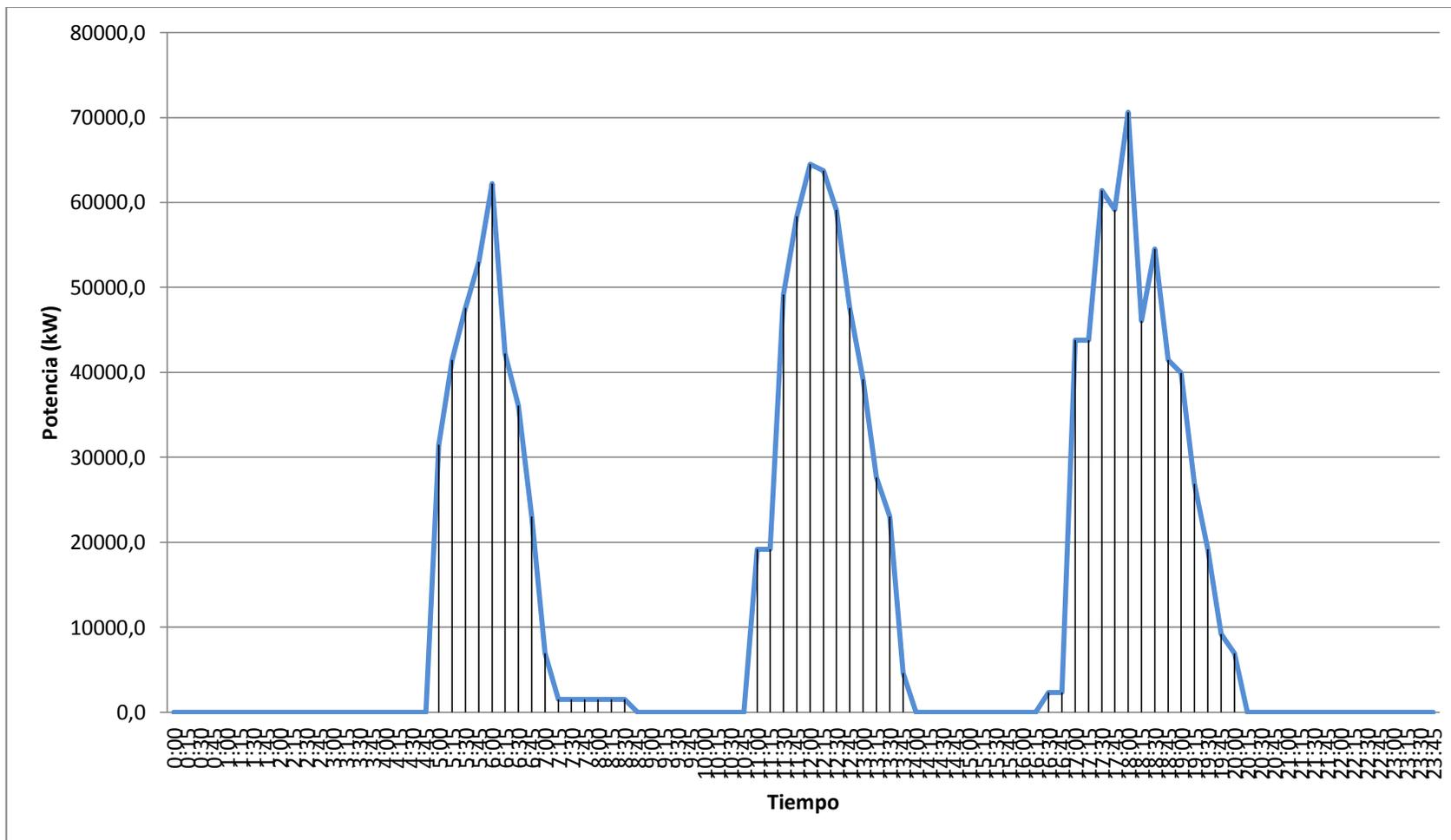


Figura 3.22 Curvas de Demanda de las Cocinas a Inducción para el Estrato Mayor a 110 kWh (# Total de Clientes)

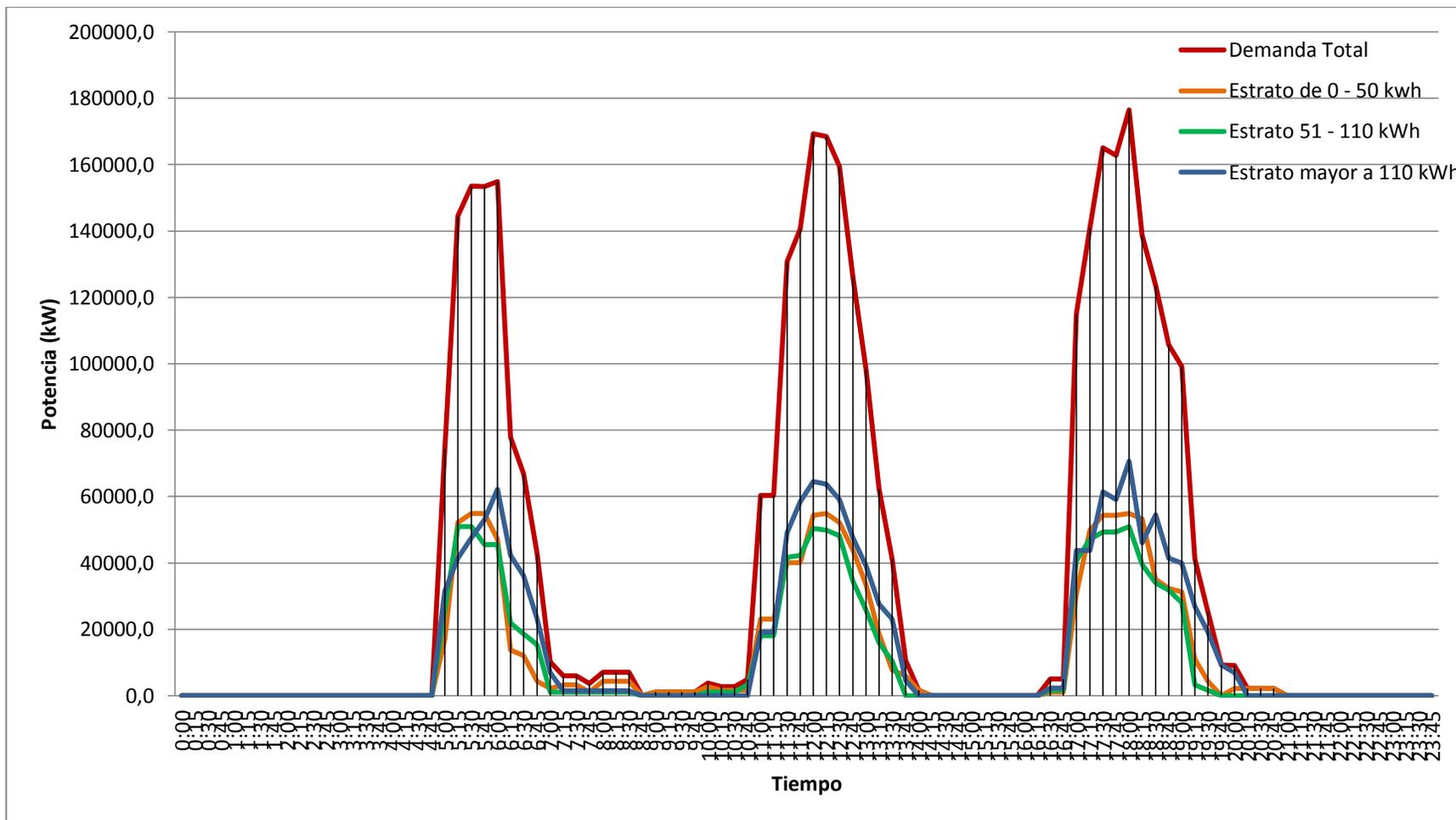


Figura 3.23 Curva de Demanda Total de la Cocina a Inducción

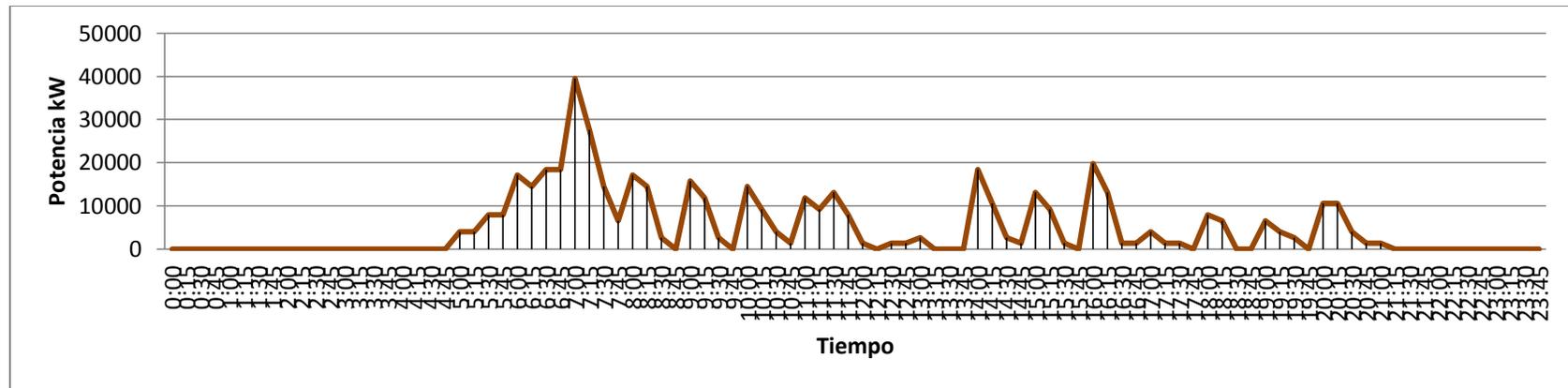


Figura 3.24 Curva de Demanda de las Ducha Eléctricas (# Total de Clientes)

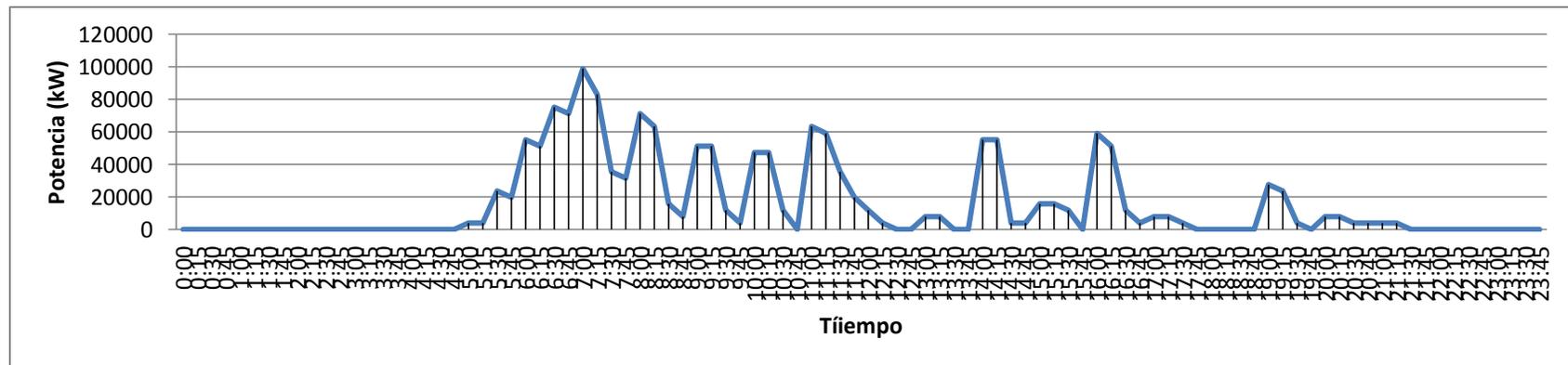


Figura 3.25 Curva de Demanda de las Ducha de Calefón a base de GLP (# Total de Clientes)

Cabe recordar que la Figura 3.26, representa la curva que se obtiene si todas las personas que utilizan calefón a base de GLP, lo sustituyeran por la ducha eléctrica de 2400 W, que es la potencia promedio que se utiliza en la sierra ecuatoriana.

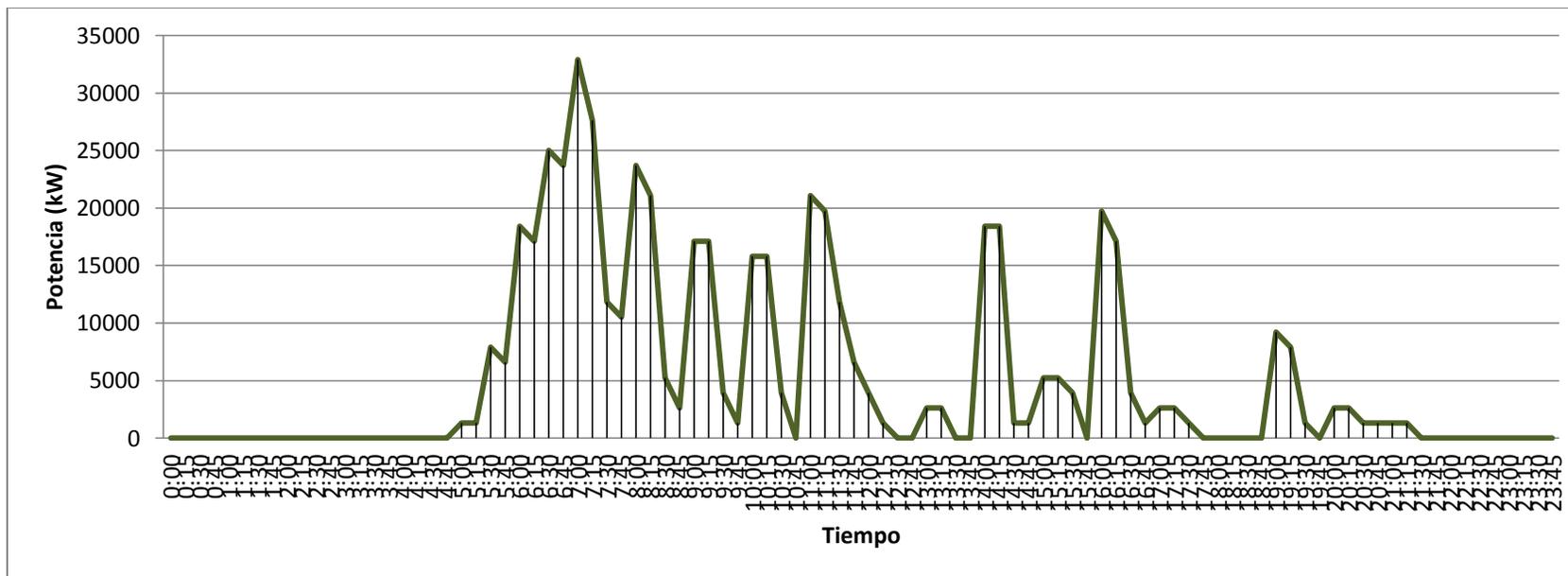


Figura 3.26 Curva de Demanda de las Duchas Eléctrica (# Total de Clientes)

En la Figura 3.27, se indica la demanda requerida al introducir la cocina a inducción, las duchas eléctricas reemplazando los calefones a gas y las duchas eléctricas existente en las diferentes parroquias.

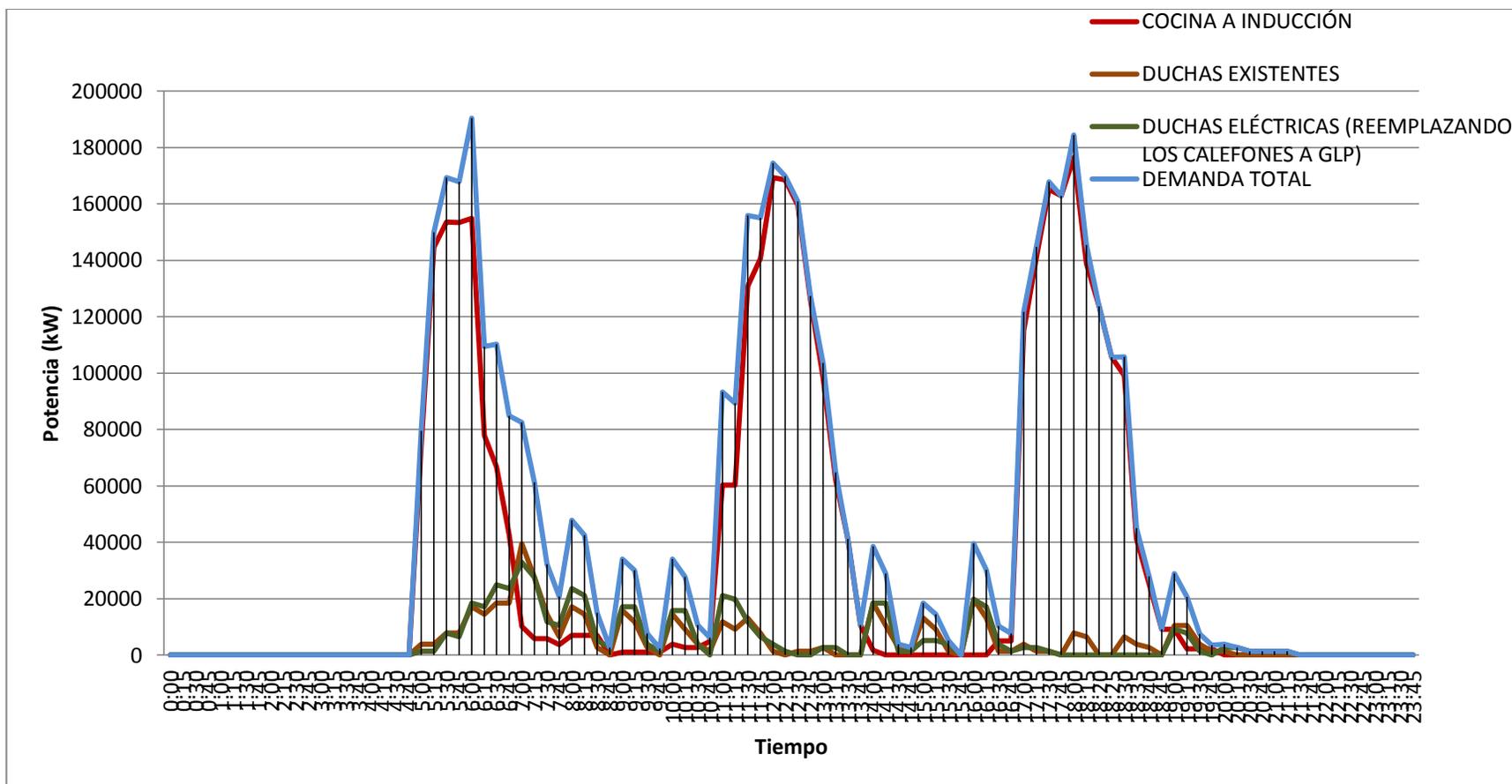


Figura 3.27 Curva Total De Las Demandas

En caso de que la población vea más factible la sustitución de los calefones a base de GLP por calefones eléctricos debido a la plomería ya existente en dichos domicilios, la curva de carga requerida se indica en Figura 3.28, considerando calefones eléctricos de 7200 W.

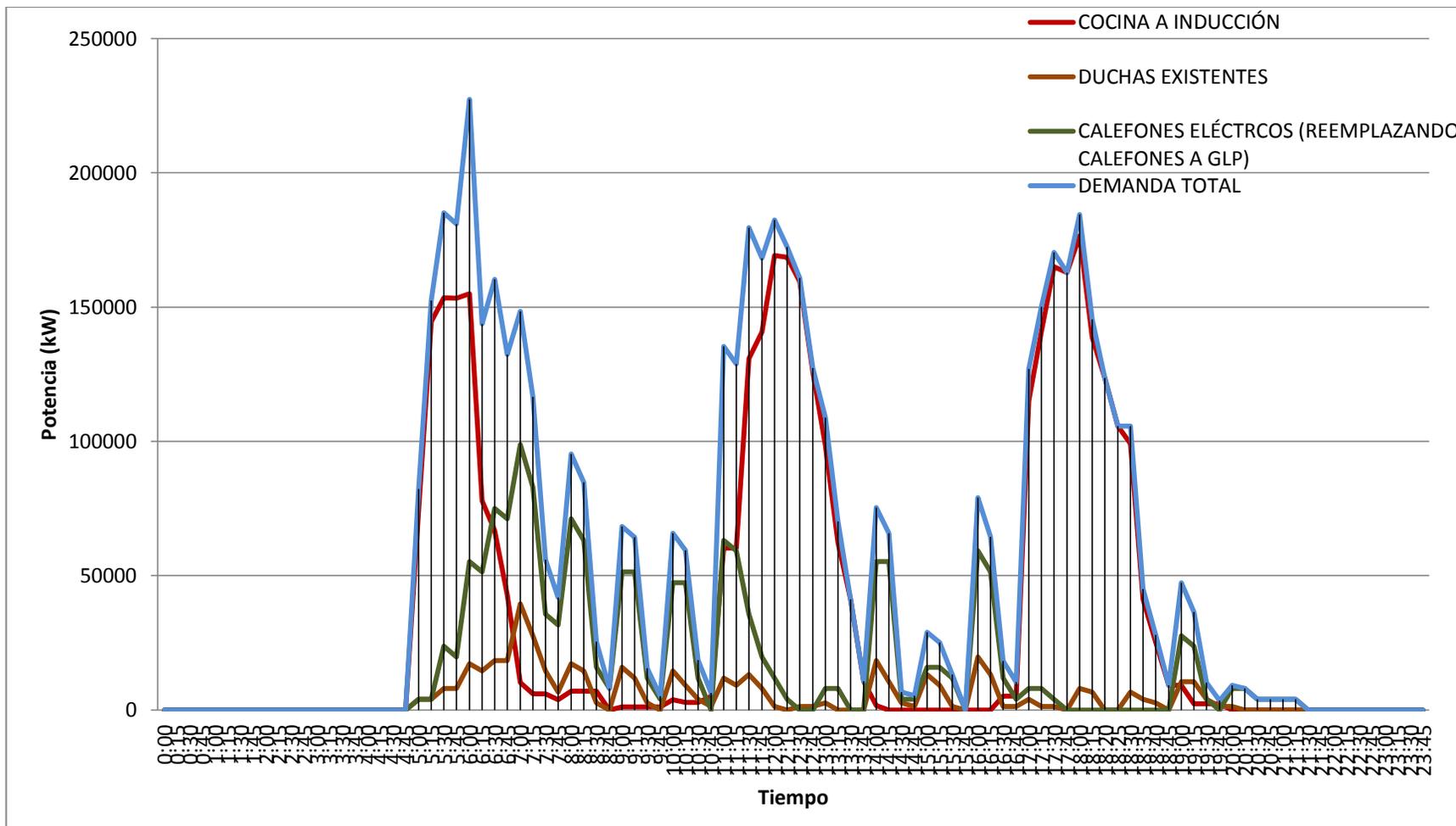


Figura 3.28 Curva Total de las Demandas

CAPÍTULO 4

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

4.1.- FACTOR DE COINCIDENCIA

La carga eléctrica en un sistema de potencia es la composición de la demanda de los dispositivos eléctricos propios de diferentes consumidores.

Un aspecto importante de la carga eléctrica es que los consumidores no demandan simultáneamente su pico de potencia o demanda más alta; esto se debe a la gran diversidad de consumidores tipo residencial, comercial, industrial y dentro de los cuales no se tienen los mismos picos de potencia o demanda más alta.

Por esta razón el pico de carga del sistema total ocurre cuando la combinación de sus demandas es la más alta. Algunos consumidores posiblemente requieren solamente una parte de su pico de demanda en cierto intervalo de tiempo.

La relación entre el pico de carga total del sistema y la suma de los picos de carga individuales del consumidor se conoce como factor de coincidencia.

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

4.2.- METODOS PARA OBTENER LOS FACTORES DE COINCIDENCIA

Una vez tabulado los datos de las costumbres de cocción de alimentos para los diferentes estratos indicados en la Tablas del capítulo 3, se procede de la siguiente manera:

4.2.1.- Aplicando la fórmula del factor de coincidencia y utilizando la hoja de cálculo Excel, se obtiene las siguientes gráficas.

Estrato de 0 – 50

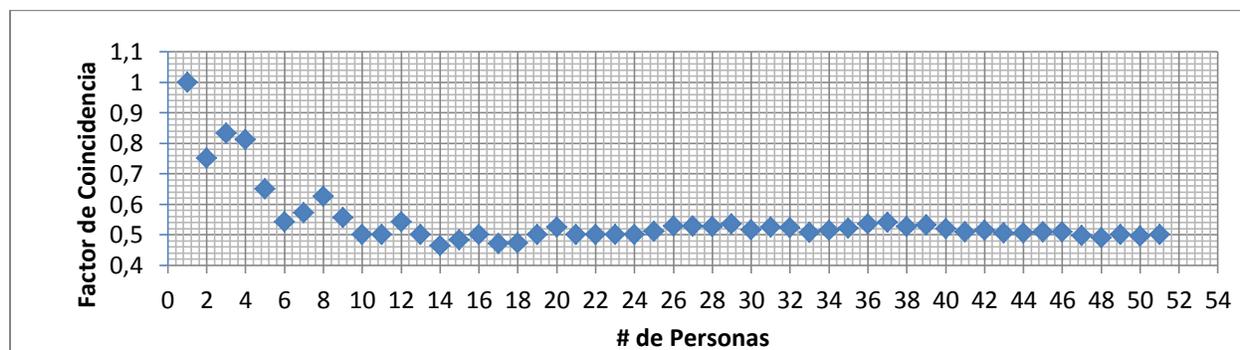


Figura 4.1 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50

Estrato de 51 – 110

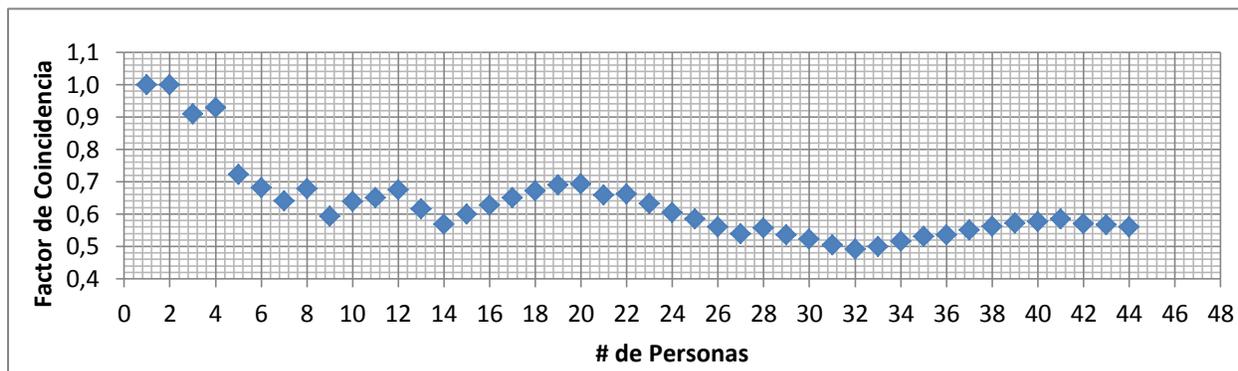


Figura 4.2 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110

Estrato > 110



Figura 4.3 Factor de Coincidencia Estrato > 110

Total de las encuestas

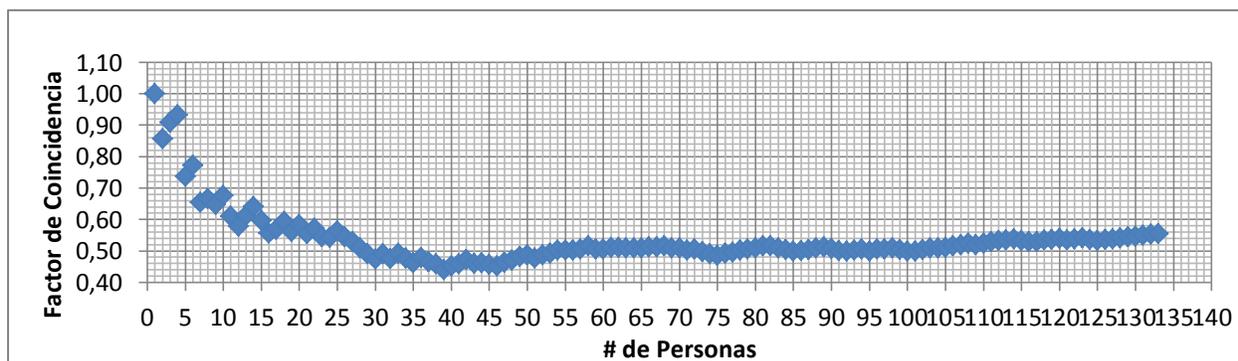


Figura 4.4 Factor de Coincidencia Total de Clientes



Como se puede observar, las curvas no tienen un decrecimiento continuo, este inconveniente se procede debido a que los datos tabulados en Excel se ingresaron de acuerdo al avance de las encuestas, pero que hubiese sucedió si se ingresaba en diferente orden, lo que conllevaría a obtener diferentes combinaciones, produciendo distintos Factores de Coincidencia y de esta manera obtener un solo valor que sería el promedio de los mismos. Pero este proceso es muy tedioso, para ello se realizó dos programas en Matlab, los cuales minimizan todo este análisis.

4.2.2.- Aplicando el programa en Matlab

4.2.2.1.- Descripción de los programa

Los programas están divididos en dos, el primero se llama “programa2” y el segundo se llama “programa3”.

4.2.2.1.1.- “programa2”

Este programa nos ayuda a calcular el factor de coincidencia cuando entran sólo dos cargas a funcionar, del total de encuestas, pero con la gran ventaja de que hace iteraciones igual al número de columnas menos uno $[c-1]$, después de realizar este proceso, automáticamente se intercambian las columnas, es decir, la última pasa hacer primera, la primera pasa hacer segunda, la segunda a tercera y así sucesivamente y para cada cambio de columna se realiza de nuevo las iteraciones, al finalizar todo el proceso, el programa nos indica el promedio para cada una de estas combinaciones y estos resultados son exportados a Excel para realizar los gráficos.

Al ejecutar el “programa2”, ANEXO 13, éste nos indica un mensaje, en el que pide ingresar el número de combinaciones que se desea realizar, cabe recalcar que el número de combinaciones ingresadas en este programa debe ser la misma que se ingresa en el programa3.

4.2.2.1.2.- “programa3”

Este programa nos ayuda a calcular el factor de coincidencia cuando entran más de dos cargas a funcionar, es decir cuando entran 3, 4, 5, etc., del total de encuestas, pero con la gran ventaja de que hace iteraciones igual al número de columnas menos “n” $[c-n]$, donde n es el número de cargas que ingresan; después de realizar este proceso, automáticamente se intercambian las columnas, es decir, la última pasa hacer primera, la primera pasa hacer segunda, la segunda a tercera y así sucesivamente y para cada cambio de columna se realiza de nuevo las iteraciones, al finalizar todo el proceso, el programa nos indica el promedio para cada una de estas combinaciones y estos resultados son exportados a Excel para realizar los gráficos.

Al ejecutar el “programa3”, ANEXO 14, éste nos indica un mensaje, en el que pide ingresar el número de combinaciones que se desea realizar, cabe recalcar que el número de combinaciones ingresadas en este programa debe ser la misma que se ingresa en el programa2.

En la Figura 4.5, se indica el formato que se debe tener, para que automáticamente los resultados del programa 2 y 3, sean exportados desde matlab a Excel.

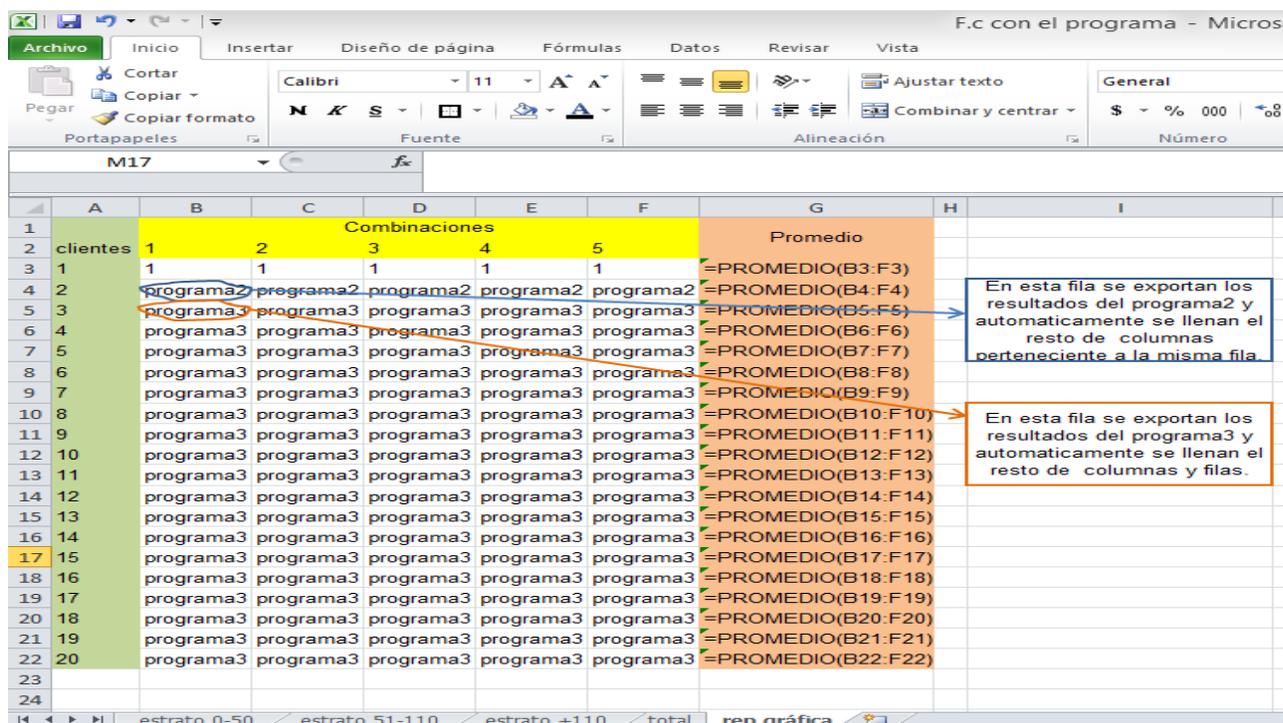


Figura 4.5 Formato de Resultados

4.2.2.2.- Resultados obtenidos del Factor de coincidencia y utilizando la hoja de cálculo Excel, se obtiene las siguientes gráficas.

Estrato de 0 – 50

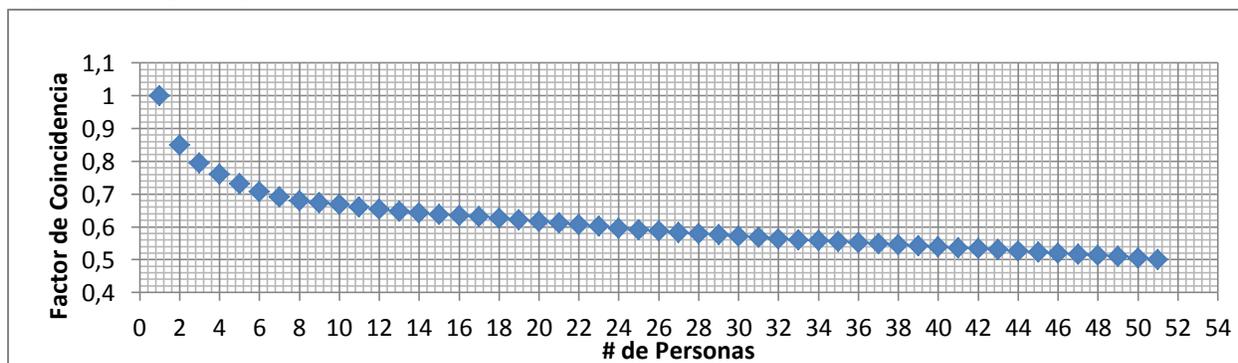


Figura 4.6 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50

Estrato de 51 – 110

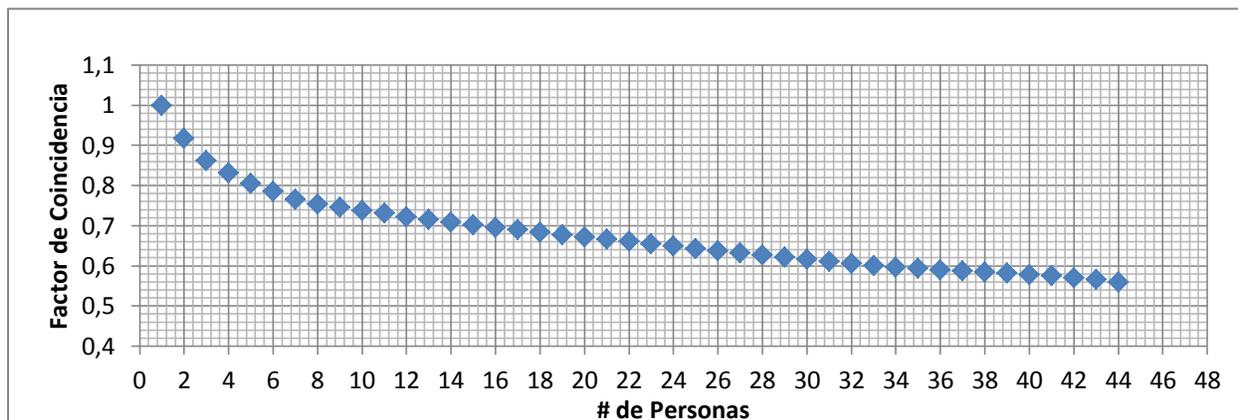


Figura 4.7 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110

Estrato > 110

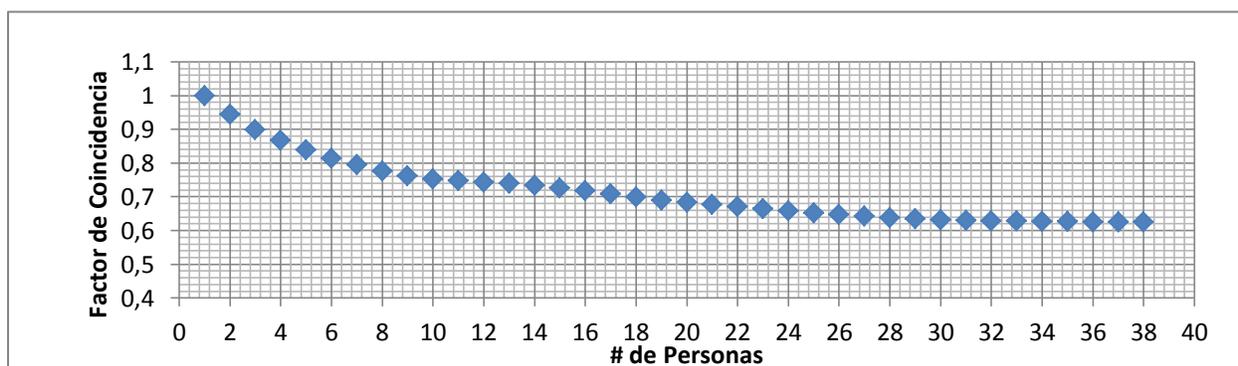


Figura 4.8 Factor de Coincidencia Estrato > 110

Total de las encuestas

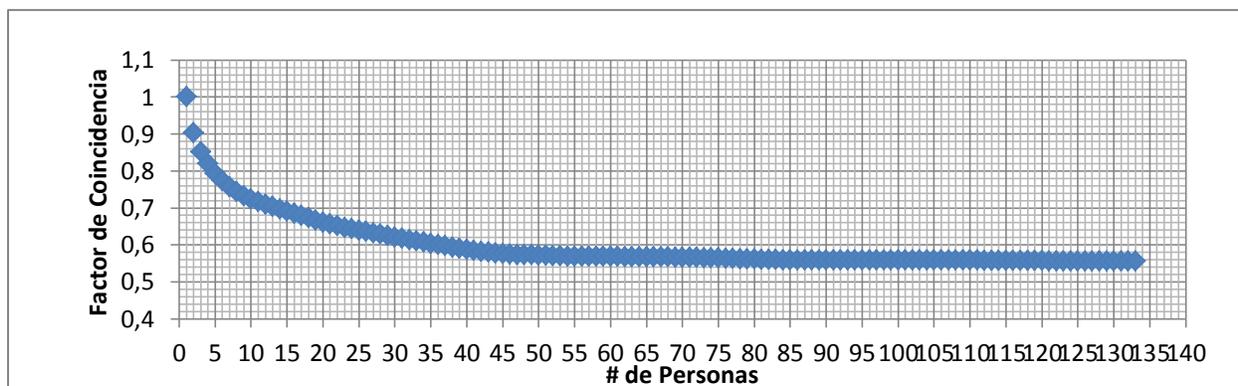


Figura 4.9 Factor de Coincidencia Total de Clientes



4.2.3.- Proceso para generas más encuestas a partir de las existentes.

Para realiza esto se aplica lo siguiente:

- 1.- A partir de los datos tabulados se observa a qué hora existen hornillas encendidas.
- 2.- Una vez identificado la hora, se procede a contar el número de clientes que utilizan 0(ninguna), 1, 2, 3, 4, 5 y 6 hornillas, para ello se utiliza la función de Excel “contar.si”

Tabla 4.1 Número de Clientes pertenecientes a cada Hornilla

# Hornillas	# Clientes
0	20
1	0
2	0
3	10
4	8
5	0
6	0

- 3.- Conociendo el número de clientes que utilizan las diferentes hornillas, se calcula la probabilidad de suceso, es decir, el # de personas pertenecientes a cada hornilla dividido para el total de encuestas.

Tabla 4.2 Probabilidad de Sucesos

# Clientes	Probabilidad de suceso
20	20/38
0	0
0	0
10	0.263
8	0.211
0	0
0	0
38	1



4.- Ahora se calcula la probabilidad acumulada.

Tabla 4.3 Probabilidad Acumulada

Probabilidad Acumulada	# de Hornillas	# Clientes	Probabilidad de suceso
0	-1		
0.526315789	0	20	0.52631579
0.526315789	1	0	0
0.526315789	2	0	0
0.789473684	3	10	0.26315789
1	4	8	0.21052632
1	5	0	0
1	6	0	0
Total		38	1

Nota: Cabe notar que el -1 perteneciente al número de hornillas es necesario, debido a que se utiliza una función en Excel “CONSULTAV(ALEATORIO(), \$CY\$24:\$CZ\$31,2,VERDADERO)+1” en la cual se suma 1.

5.- Se utiliza la función “CONSULTAV(ALEATORIO(), \$CY\$24:\$CZ\$31,2,VERDADERO)+1”, la cual busca un número aleatorio entre 0-1 y dependiendo de este valor se asigna un número de hornilla, este proceso se aplica a las diferentes horas, generando las encuestas necesarias.

6.- Verificación de resultados

Tabla 4.4 Número de Clientes Generados

# Clientes Encuestados	Probabilidad de Suceso	# Clientes Generados	Probabilidad de Suceso
20	0.5263	237	0.5130
0	0	0	0
0	0	0	0
10	0.2632	122	0.2641
8	0.2105	103	0.2229
0	0	0	0
0	0	0	0
38	1	462	1

Nota: Para cada estrato se genera 5000 encuestas incluidas las existentes.

7.- Resultados obtenidos.



Estrato de 0 – 50

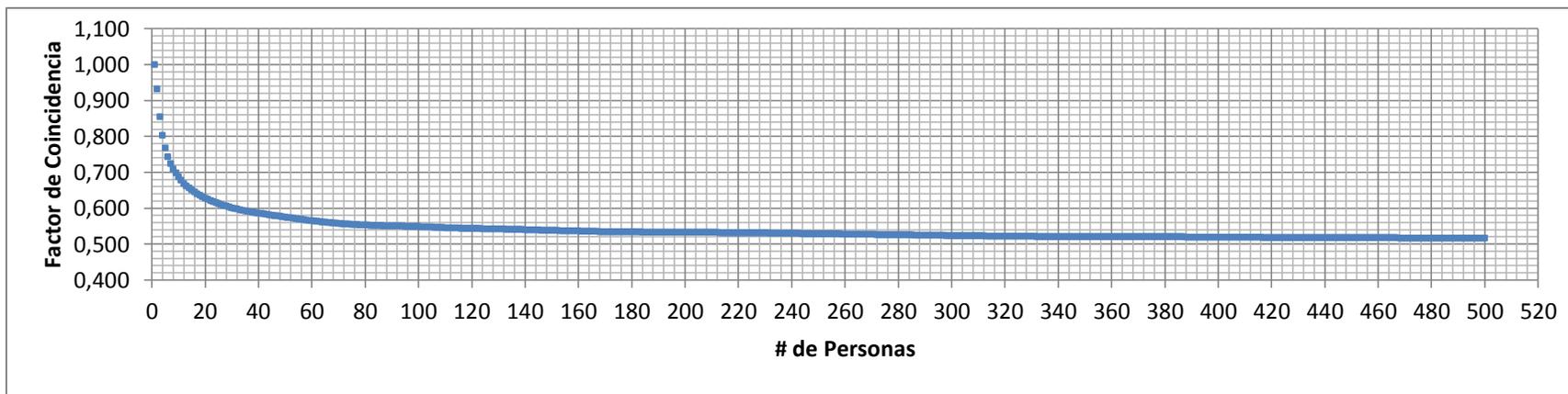


Figura 4.10 Factor de Coincidencia Estrato 0 - 50

Estrato de 51 – 110

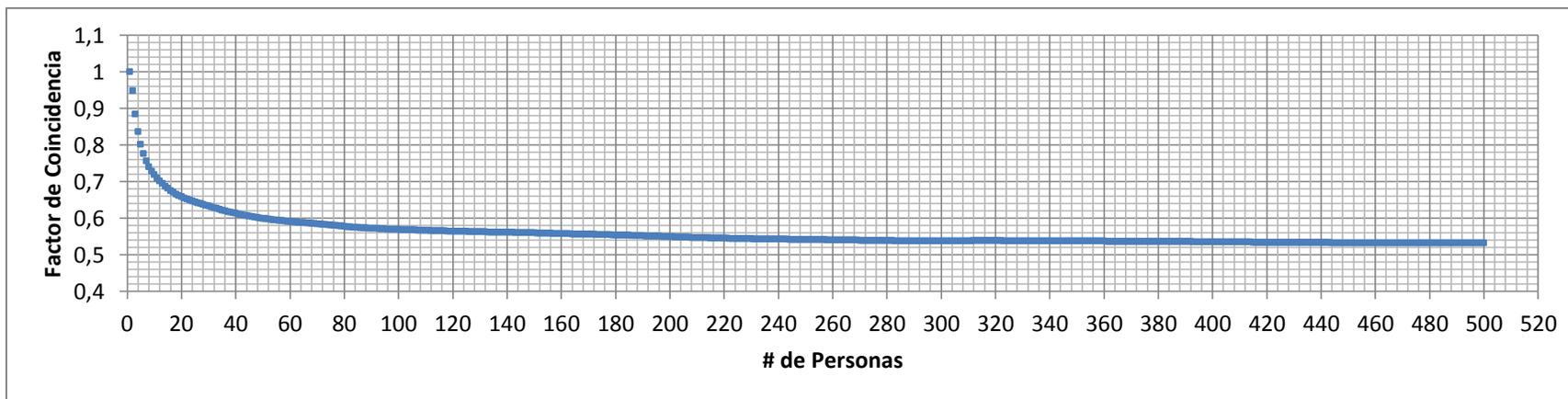


Figura 4.11 Factor de Coincidencia Estrato 51 - 110



Estrato > 110

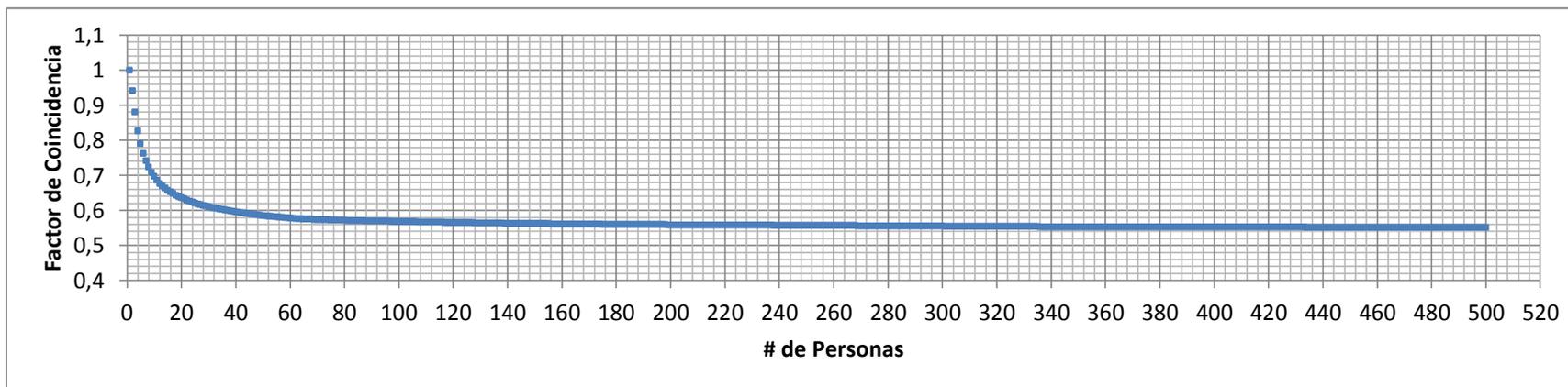


Figura 4.12 Factor de Coincidencia Estrato > 110

TOTAL

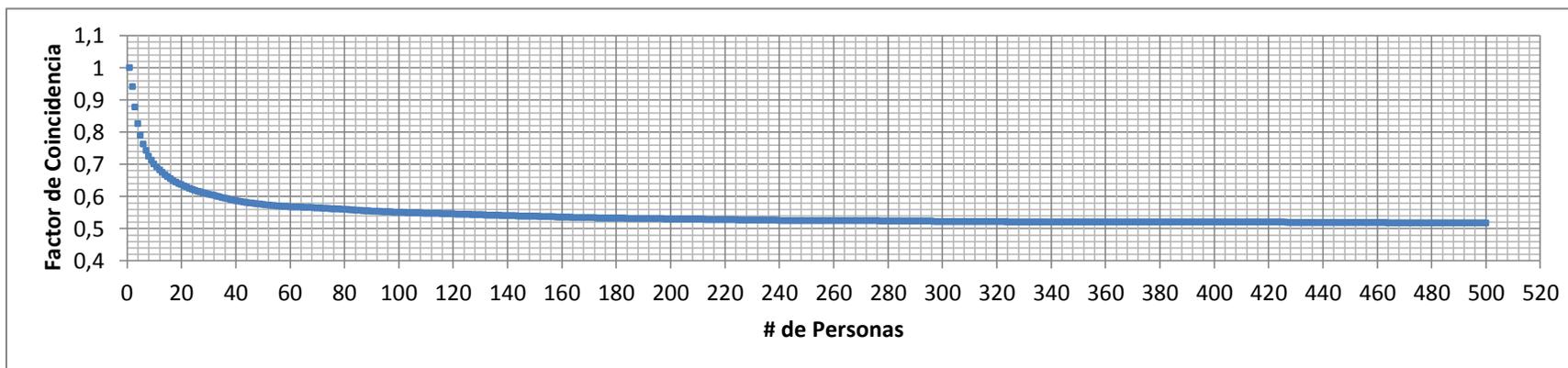


Figura 4.13 Factor de Coincidencia Total



4.3.- CÁLCULO DE LA DEMANADA DIVERSIFICADA (DD)

Si se considera iguales las demandas individuales no coincidentes, entonces se tiene:^[17]

$$Fdiv(N) = \frac{Di}{D_{div/n}}$$

Despejando la $D_{div/n}$ se tiene:

$$D_{div/n} = \frac{Di}{Fdiv}$$

Dónde:

Di = valor máximo de la carga “ i ” durante el intervalo de demanda máxima

DD = Demanda Diversificada

$Fdiv$ = Factor de Diversidad

Las siguientes graficas están expresadas en kVA, con un factor de potencia de 0.9

[17] Washington Jhony Vizúete Machado; Estudio de la Demanda para el Sistema de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en Sectores Residenciales.



Estrato de 0 – 50

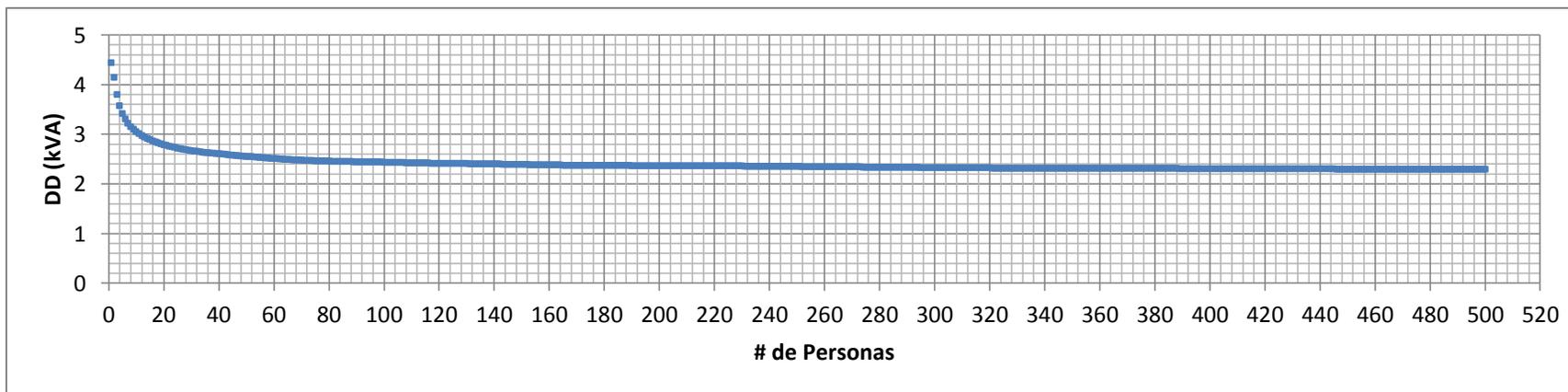


Figura 4.14 Demanda Diversificada Estrato 0 - 50

Estrato de 51 – 110

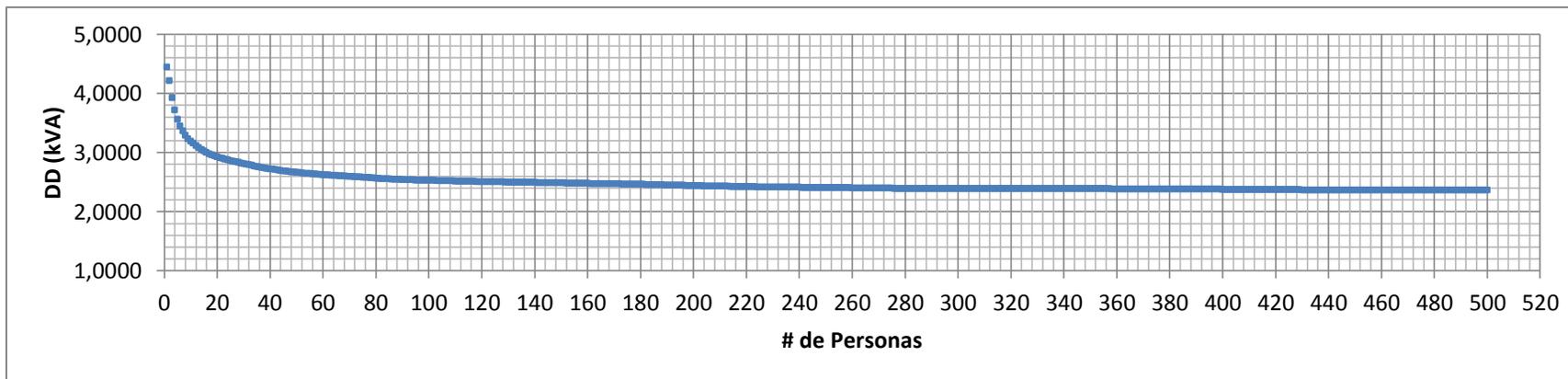


Figura 4.15 Demanda Diversificada Estrato 51 - 110



Estrato > 110

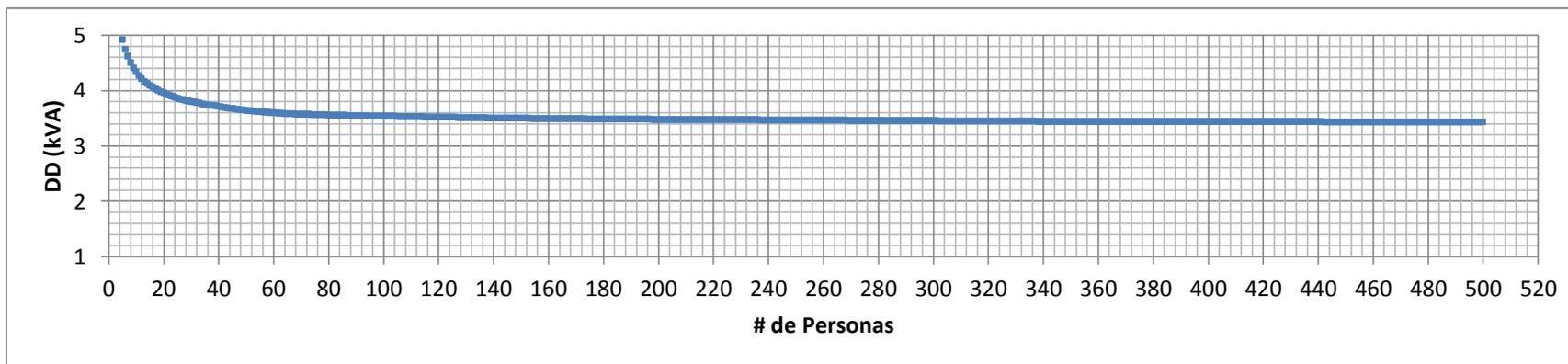


Figura 4.16 Demanda Diversificada Estrato > 110

TOTAL

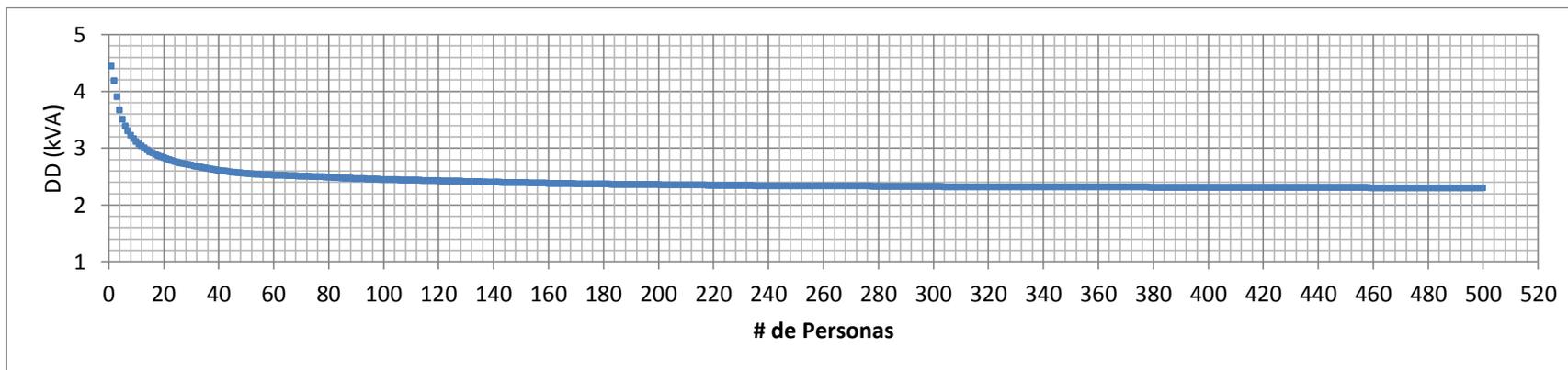


Figura 4.17 Demanda Diversificada Total

4.4.- CALCULO DE LA DEMANDA MAXIMA UNITARIA PROYECTADA (DMUp)

Para el cálculo de la DMUp para las cocinas a inducción se considera que los 4 o 5,6 kW no se modificarán ya sea dentro de 10 o 15 años, debido a que son cargas puntuales.

Para calcular la DMUp se utiliza lo siguiente:

$$DMUp = DMU * N * Fc$$

Dónde:

DMU = Demanda Máxima Unitaria actual

N = Número de Clientes

Fc = Factor de Coincidencia

Estos resultados se suman a las DMU de la CENTRO SUR que se indican a continuación para los diferentes estratos:

Tabla 4.5 DMUp CENTRO SUR

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA: Proyección 10 años								
SECTOR	URBANO					RURAL		
AREA (m2)	>400	400-300	300-200	200-100	<100	Periférico	Centro	Rural
CATEGORÍA	A	B	C	D	E	F	G	H
	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
1	7,47	3,93	2,23	1,36	0,94	1,02	0,84	0,65
2	14,04	7,38	4,19	2,56	1,77	1,92	1,58	1,22
3	20,30	10,68	6,06	3,70	2,55	2,77	2,28	1,77
4	26,38	13,88	7,87	4,80	3,32	3,60	2,97	2,30
5	32,31	17,00	9,65	5,88	4,07	4,41	3,63	2,81
10	60,72	31,94	18,13	11,05	7,64	8,29	6,83	5,28
30	165,01	86,81	49,26	30,04	20,76	22,53	18,55	14,36
50	262,65	138,18	78,41	47,82	33,05	35,86	29,54	22,85
70	356,75	187,69	106,50	64,95	44,89	48,71	40,12	31,04
100	493,54	259,65	147,33	89,85	62,11	67,39	55,50	42,95
200	927,38	487,90	276,85	168,84	116,70	126,63	104,28	80,70
300	1341,22	705,62	400,39	244,19	168,78	183,14	150,82	116,71
400	1742,59	916,78	520,21	317,26	219,28	237,94	195,95	151,63
500	2134,93	1123,20	637,33	388,69	268,65	291,52	240,07	185,77



Resultados obtenidos

Estrato de 0 – 50

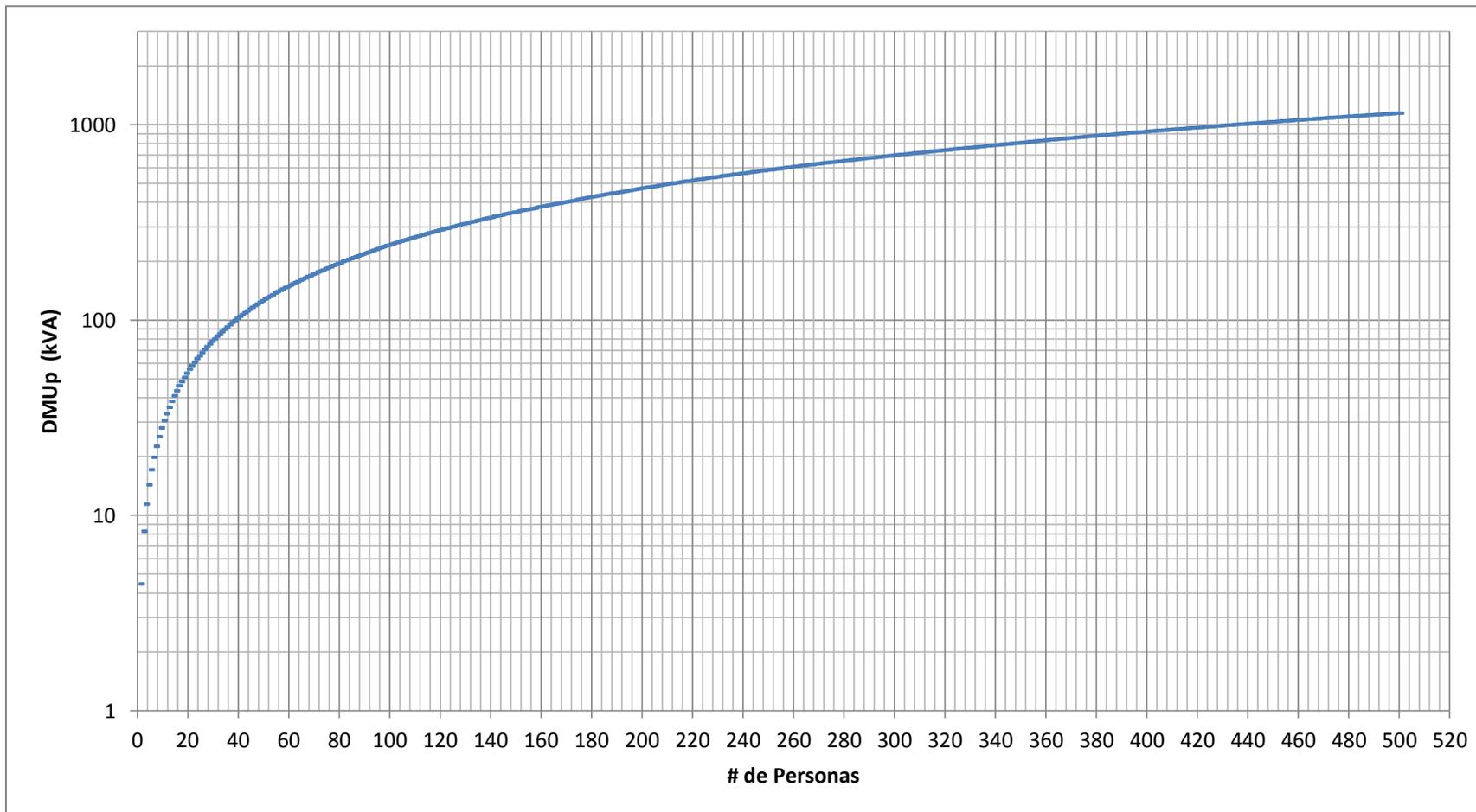


Figura 4.18 DMUp Estrato 0 - 50



Estrato de 51 - 110

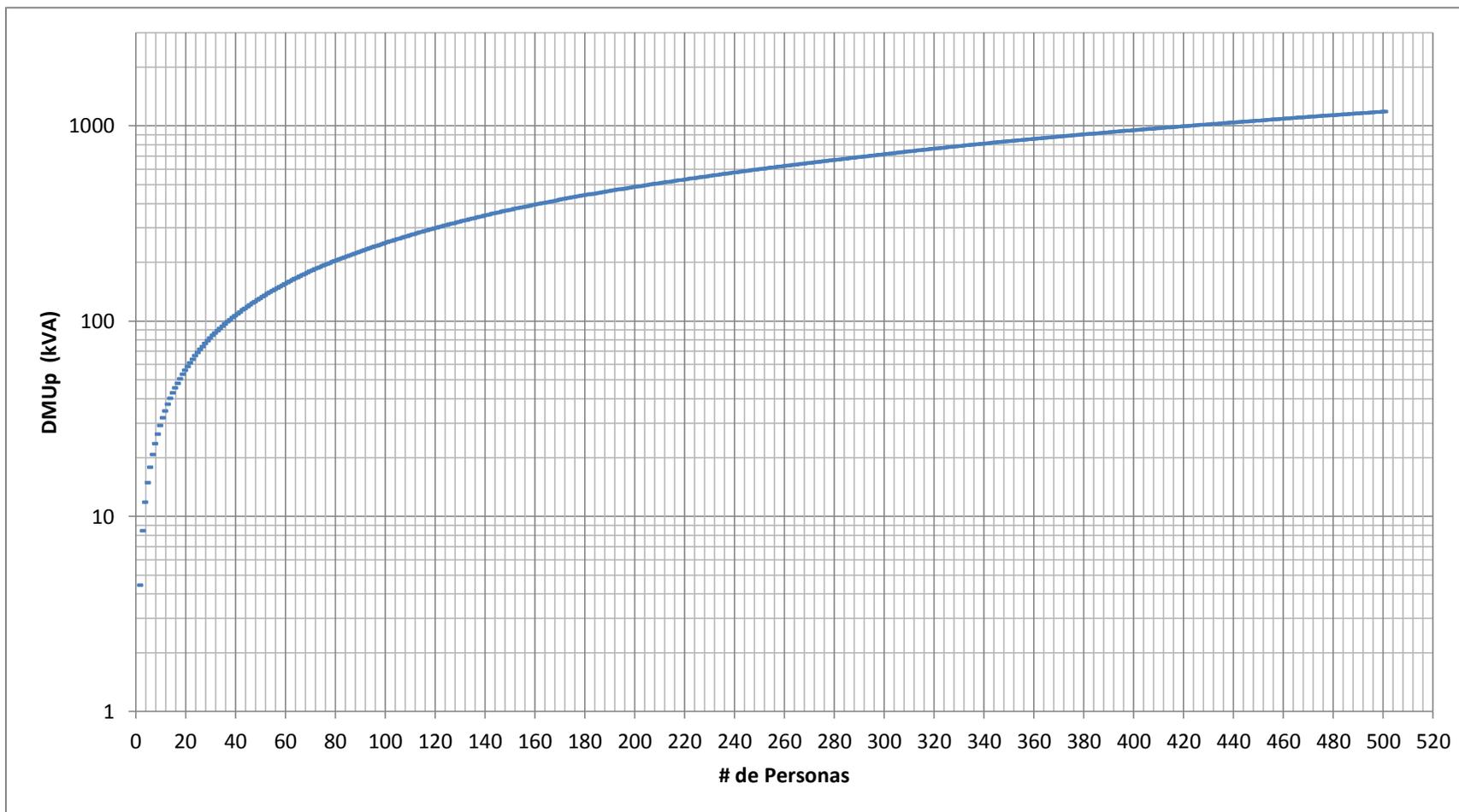


Figura 4.19 DMUp Estrato 51 - 110



Estrato > 110

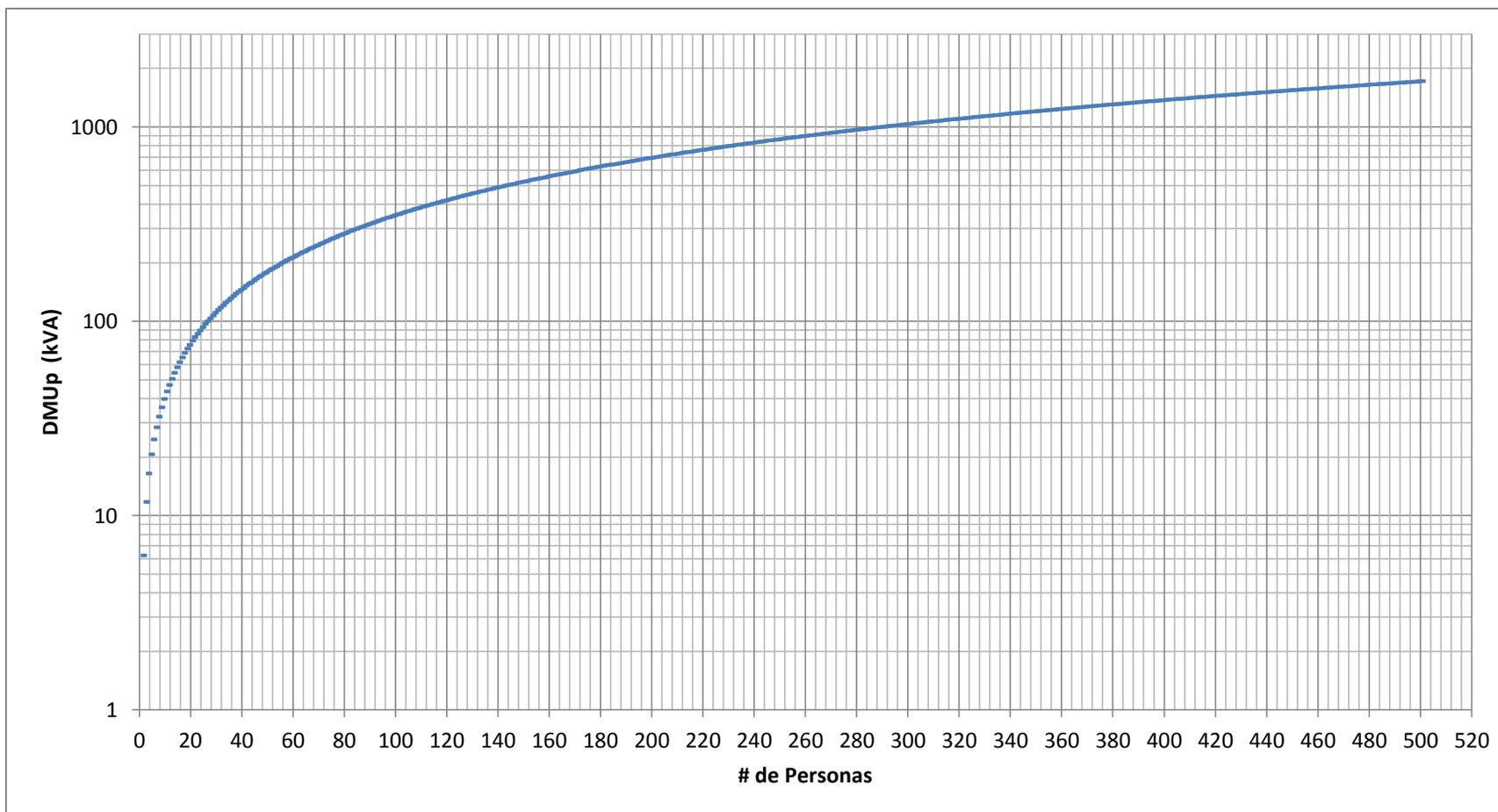


Figura 4.20 DMUp Estrato > 110



Total

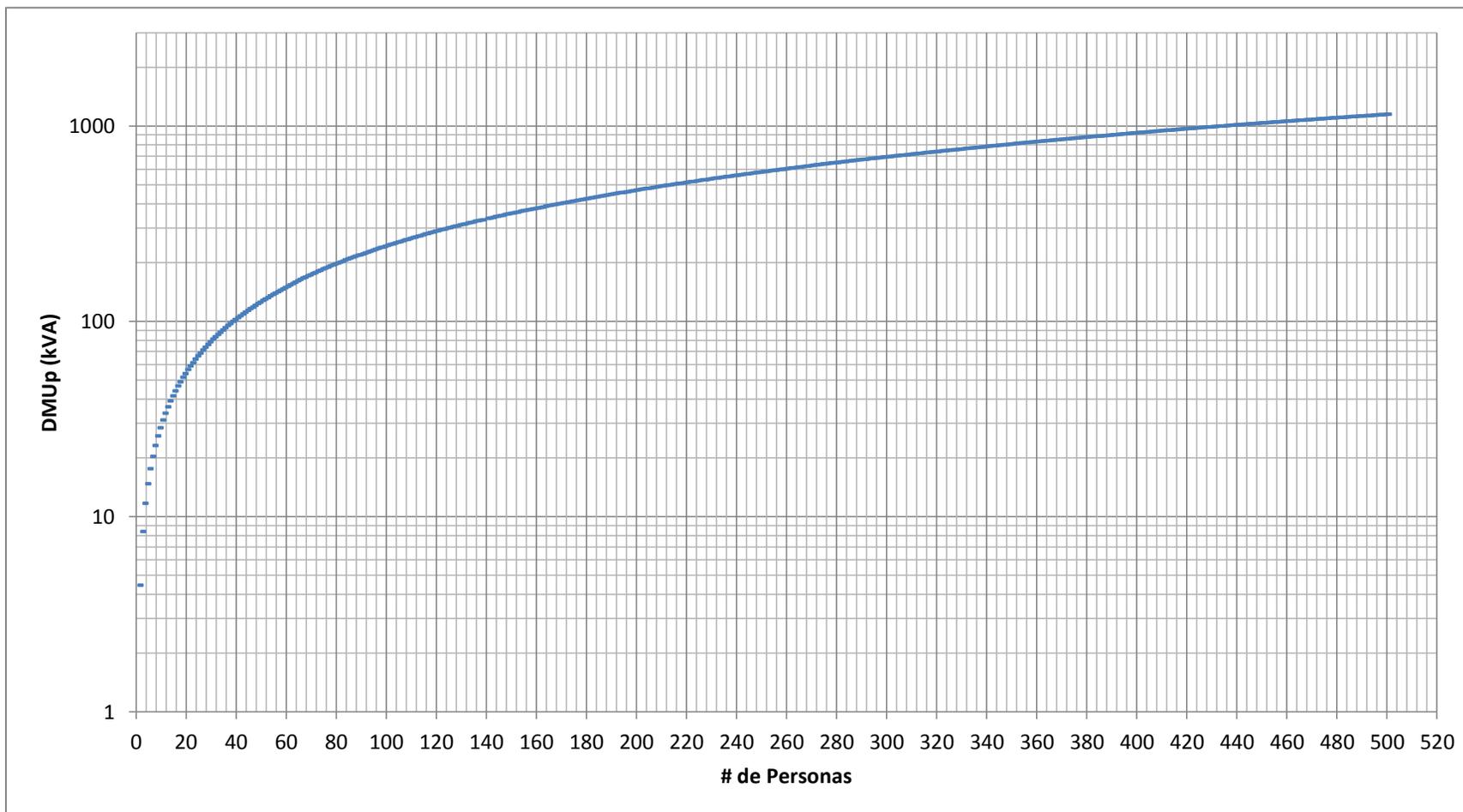


Figura 4.21 DMUp Total

4.5.- INCIDENCIA DE LAS COCINAS A INDUCCIÓN EN LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA DE LA E.E.R.C.S.

Estas curvas están proyectadas para 10 años.

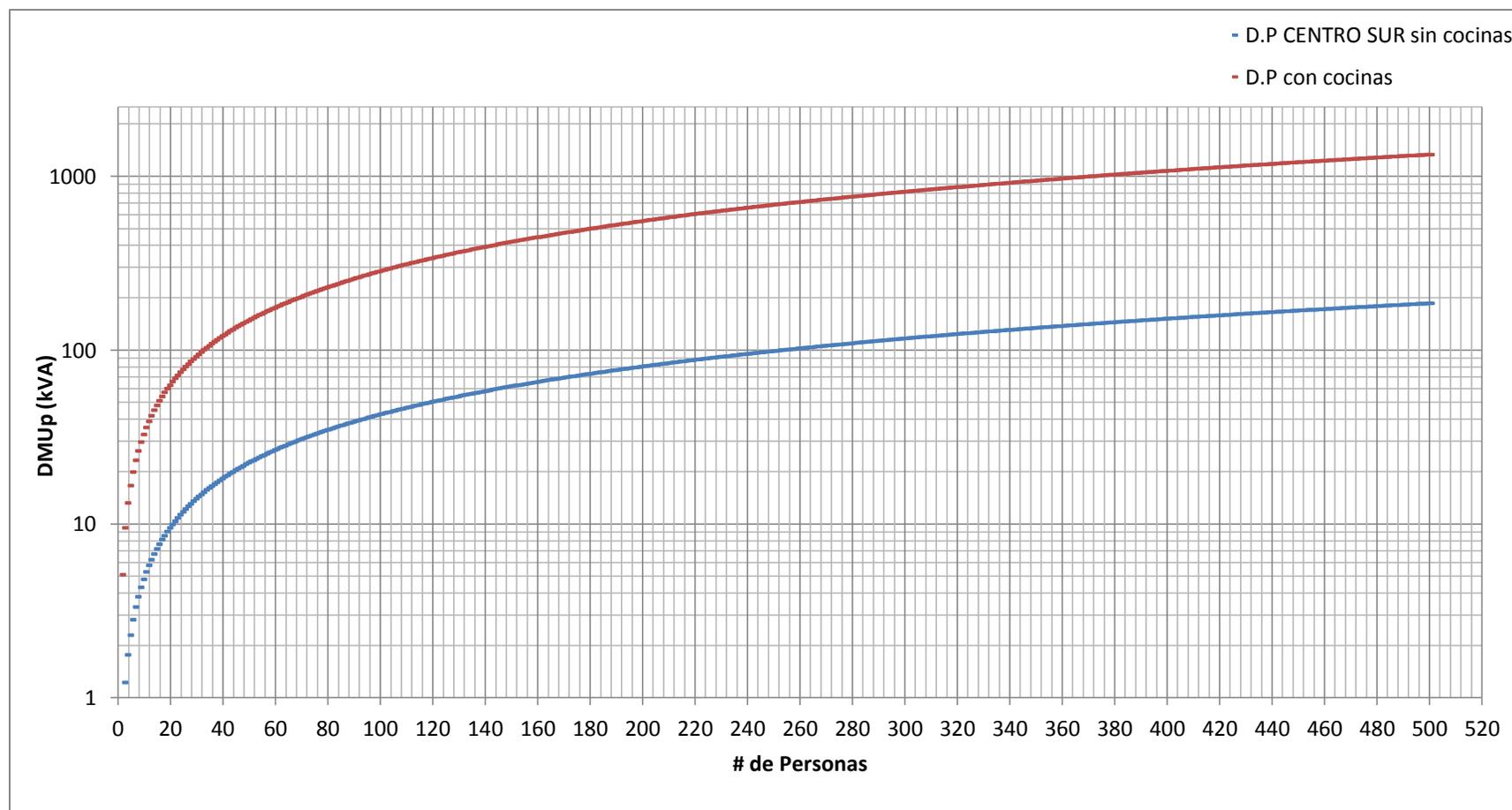


Figura 4.22 DMUp Estrato H

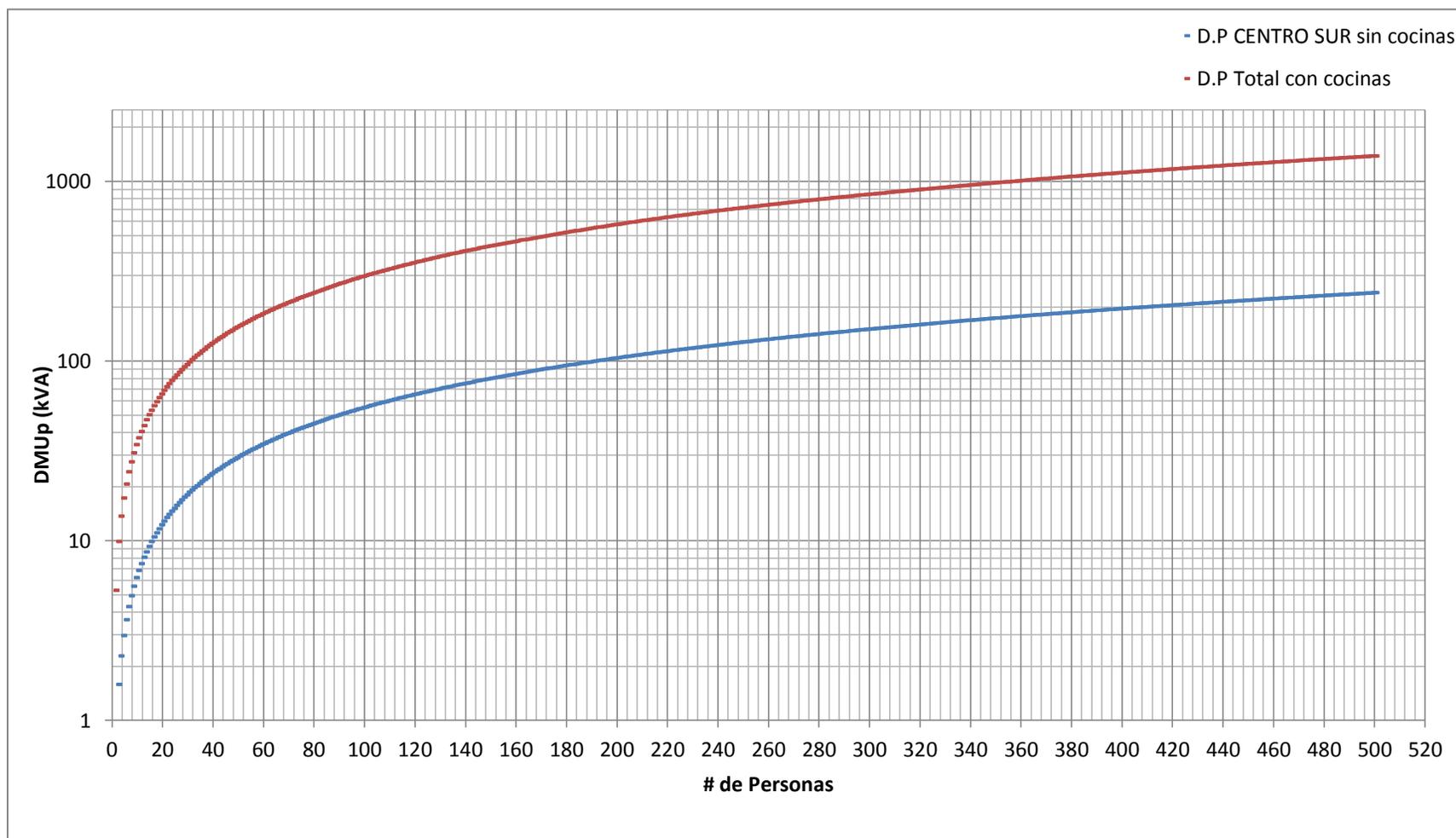


Figura 4.23 DMUp Estrato G

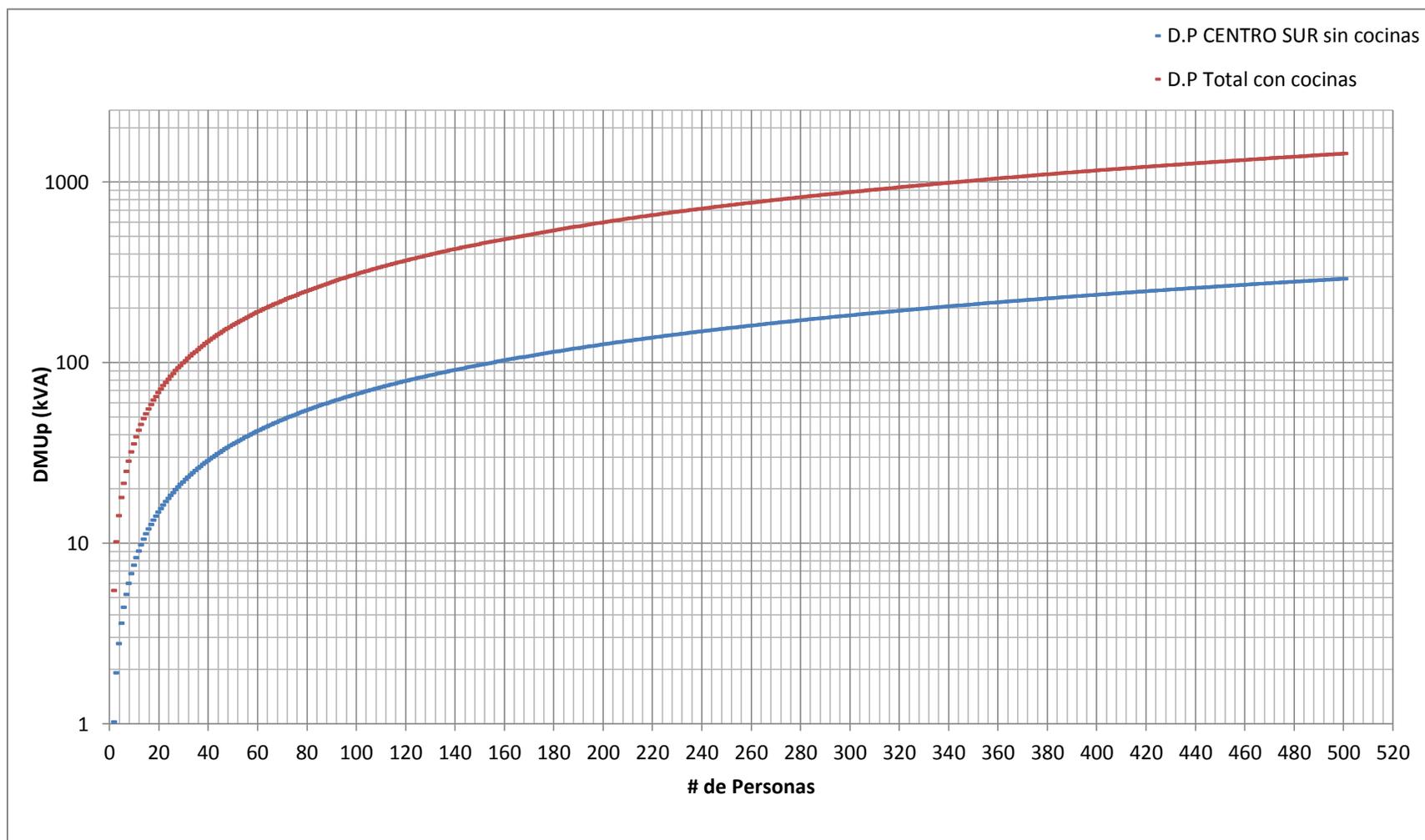


Figura 4.24 DMUp Estrato F

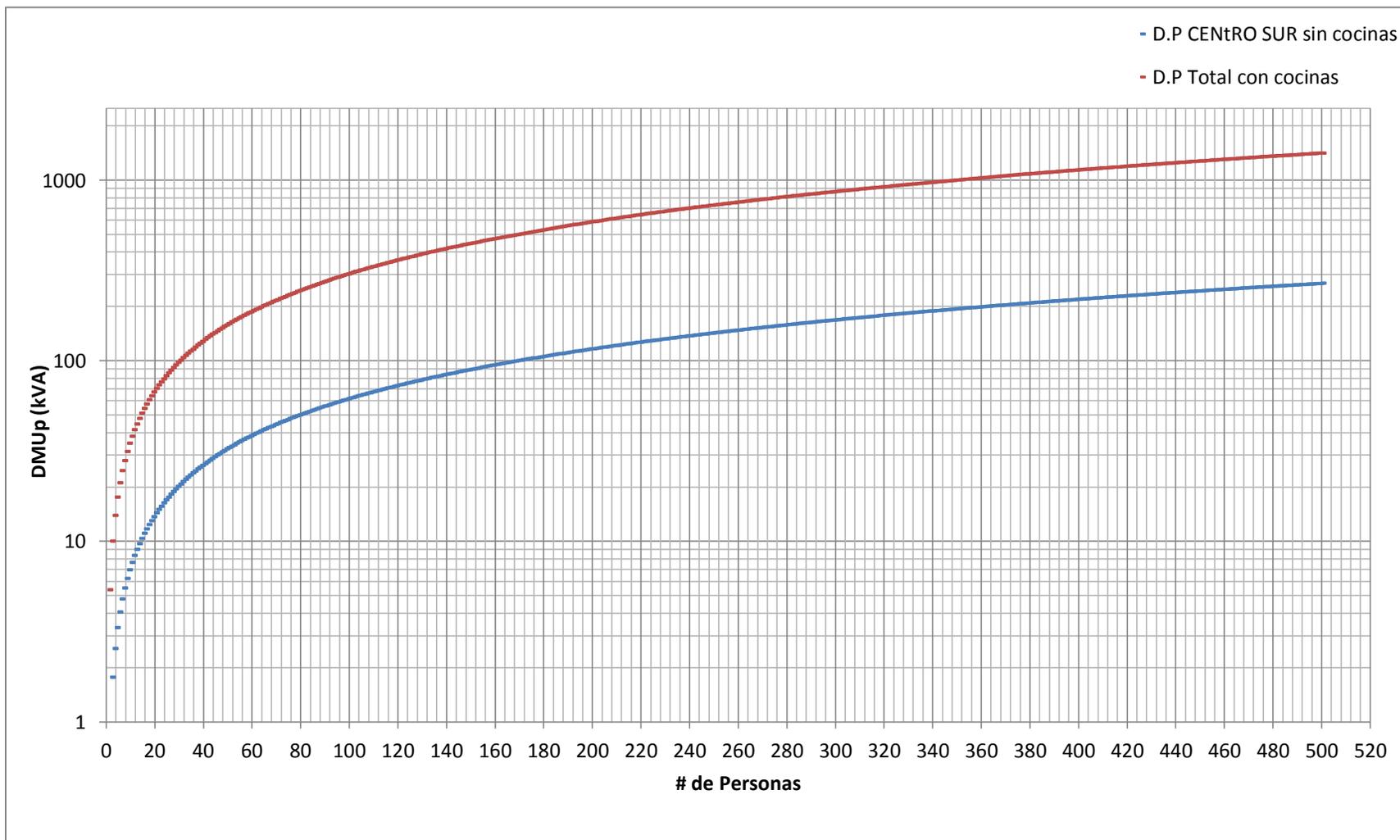


Figura 4.25 DMUp Estrato E

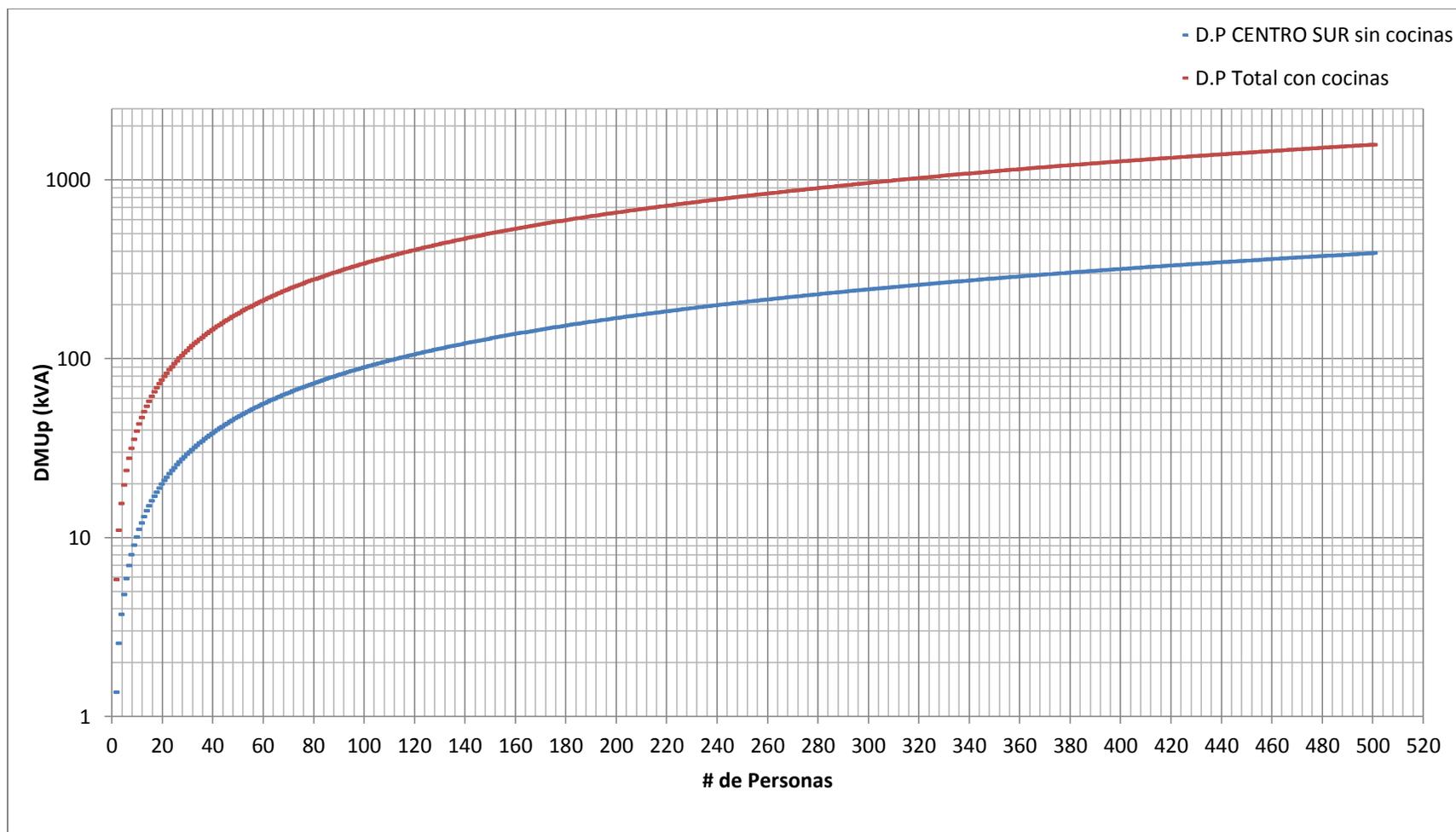


Figura 4.26 DMUp Estrato D

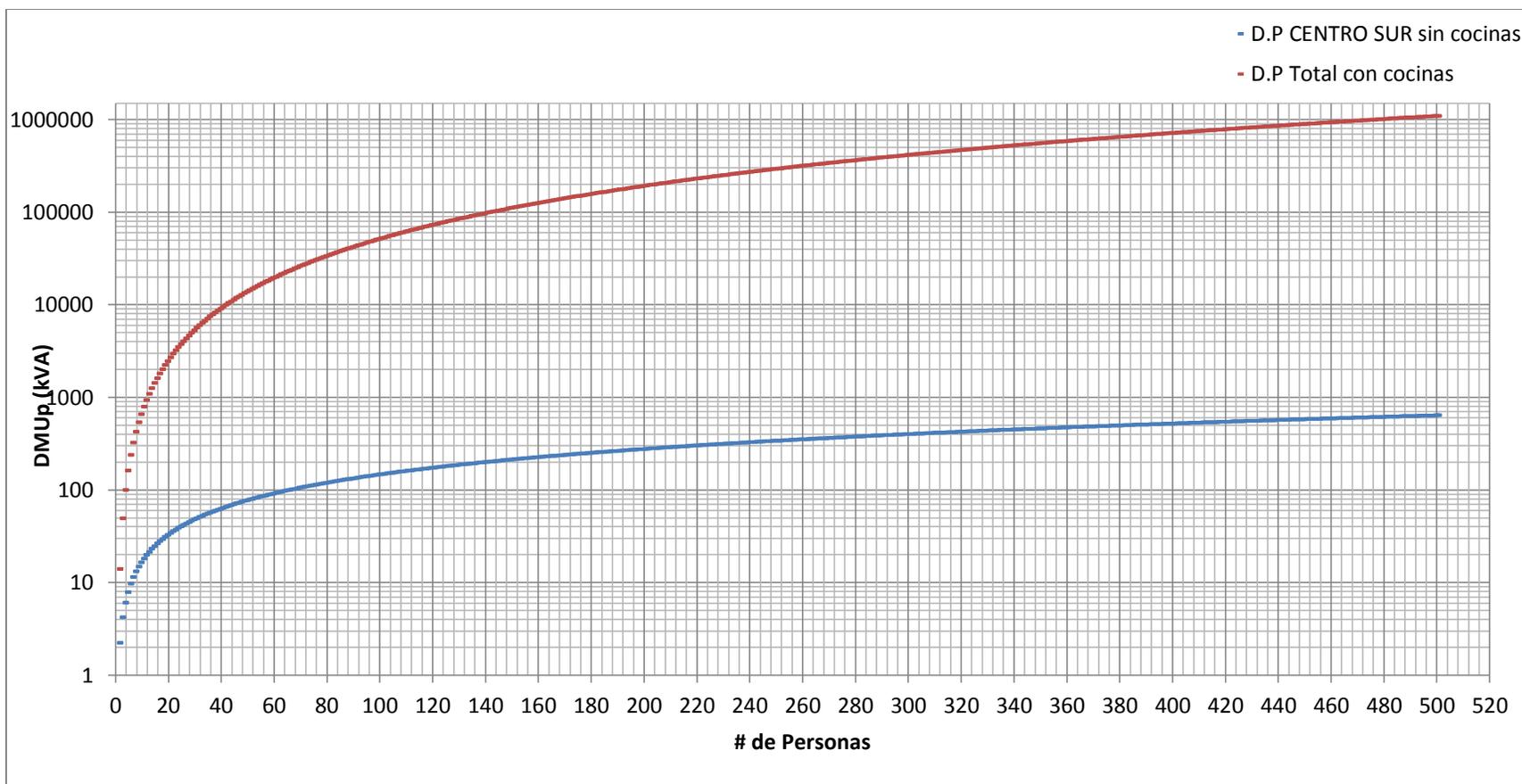


Figura 4.27 DMUp Estrato C

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.- VALIDACIÓN DE FACTORES DE COINCIDENCIA OBTENIDOS

Para ejecutar este tipo de análisis, se realizaron encuestas adicionales, enfocado solo en el uso de la cocina, teniendo en cuenta el dato exacto de cuantas hornillas y a qué hora son utilizados indistintamente.

Del cual se obtuvo la siguiente gráfica.

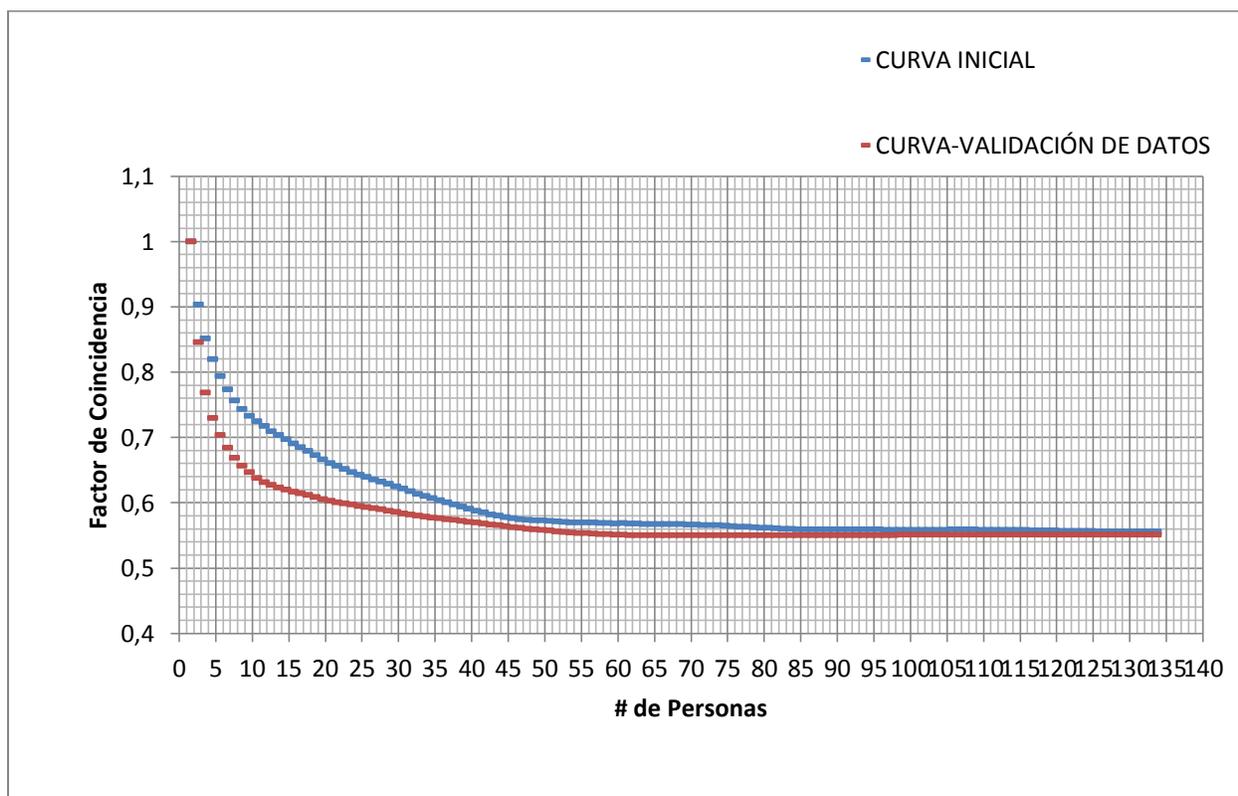


Figura 5.1 Validación de los Factores de Coincidencia Iniciales con las encuestas adicionales

Entonces para verificar si los resultados calculados inicialmente son correctos, se tomó diferentes números de personas con sus respectivos factores y se realizó una comparación como se observa en la Tabla 5.1.



Tabla 5.1 Validación de los Factores de Coincidencia

Clientes	Fc iniciales	Fc validación
2	0,9032	0,8455
3	0,8509	0,7687
4	0,8192	0,7297
5	0,7932	0,7033
10	0,724	0,637
20	0,661	0,602
30	0,621	0,583
40	0,587	0,569
50	0,571	0,557
60	0,568	0,5504
70	0,566	0,5497
80	0,561	0,55
90	0,5586	0,5502
100	0,5583	0,5504
110	0,5583	0,5505
120	0,5567	0,5506
130	0,5555	0,5506
133	0,5555	0,5506

En la Figura 5.2, se observa la curva de energía tanto de las encuestas iniciales y adicionales, y se ve que los picos se mantienen, pero la curva que aproxima a la realidad es la de las encuestas adicionales, la cual es de interés para la Centro Sur, cabe recalcar que la energía consumida se redujo debido a que el número de hornillas no eran constantes como se estimaba al inicio, pero los Factores de Coincidencia calculados para las dos curvas de carga son aproximados, por lo tanto se concluye que los resultados obtenidos inicialmente son válidos.

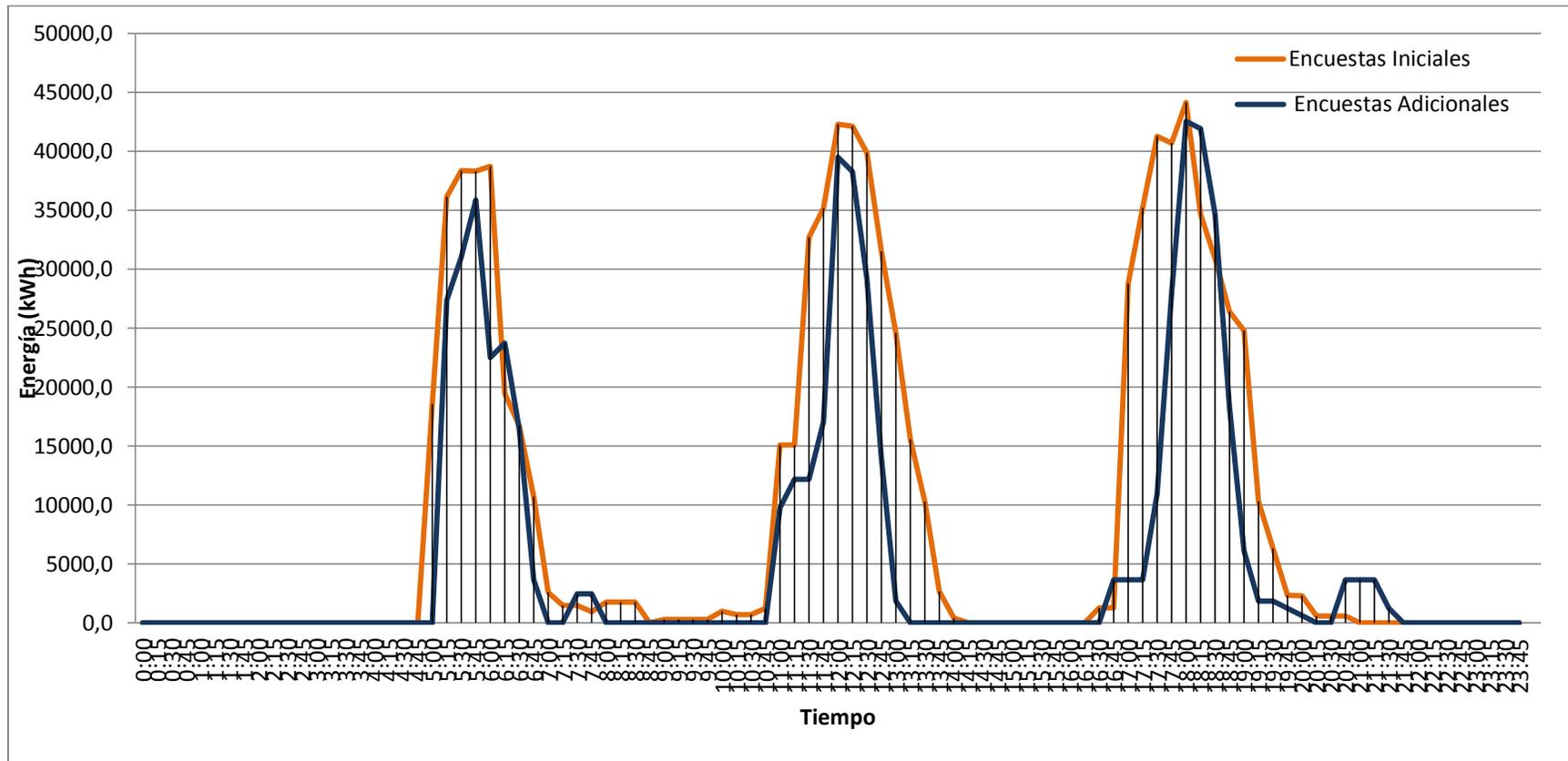


Figura 5.2 Comparación de la Curva de Energía

Energía de las encuestas Iniciales: 872998,6 kWh/día

Energía de las encuestas Adicionales: 550240 kWh/día

5.2.- TABLA DE RESULTADOS

Para determinar la ecuación que rige el factor de coincidencia se consideran varios tipos de curvas, entre las curvas consideradas se encuentran:

- Exponencial de segundo orden ($Ae^{Bx} + Ce^{Dx}$)
- Potencia (Ax^B)
- Potencia ($Ax^B + C$)

Donde los factores **A**, **B**, **C** se determinan utilizando la herramienta “cftool” (Curve Fitting Tool) del programa computacional MATLAB, **x** es el número de clientes.

Para analizar las curvas expuestas se consideran los parámetros estadísticos R (correlación) y SSE (sumatoria de los errores cuadráticos, por sus siglas en inglés), los cuales determinarán la curva que mejor se ajuste a los datos recopilados.

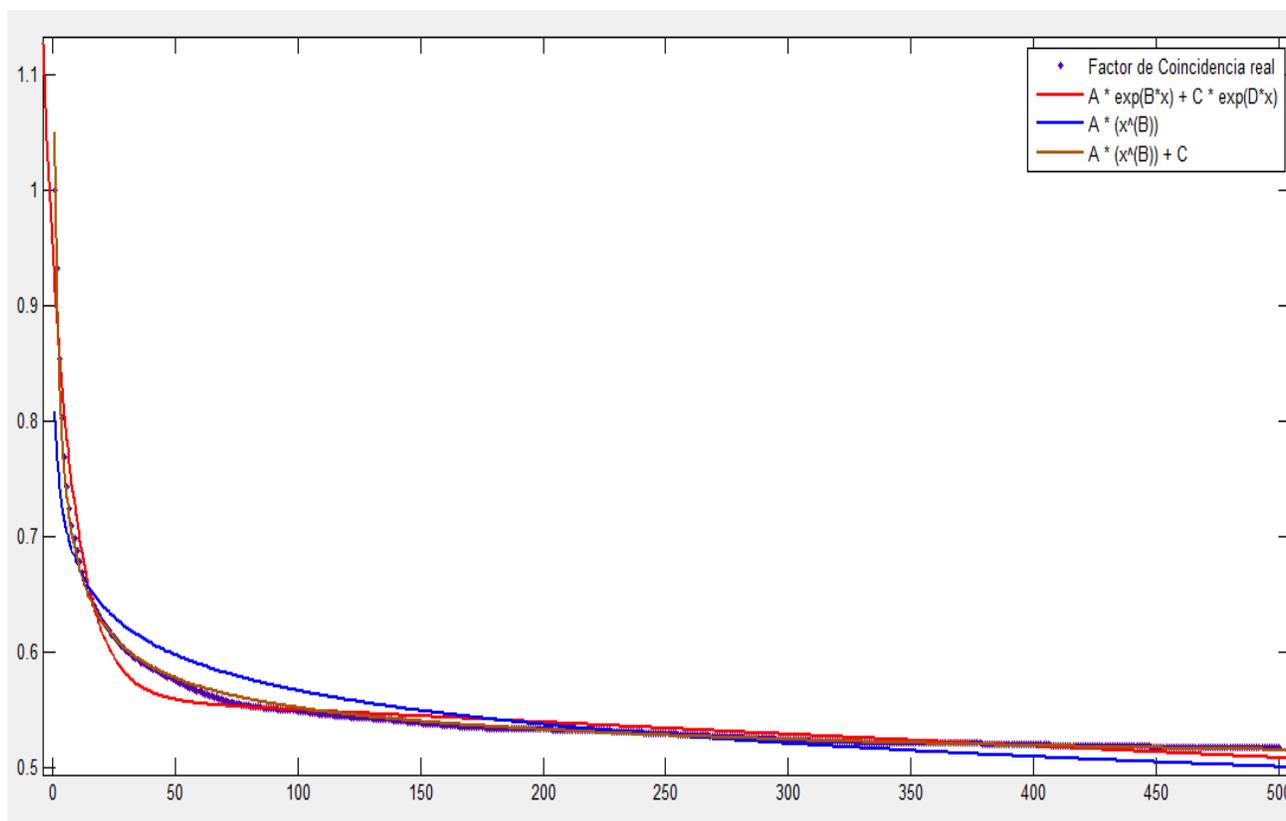


Figura 5.3 Curvas de ajustes del Factor de Coincidencia

Tabla 5.2 Parámetros de ajustes de las Curvas

Parámetros Considerados	$A * e^{Bx} + C * e^{Dx}$	$A * x^B$	$A * x^B + C$
R	0,9623	0,1645	0,007255
SSE	0,04045	0,8468	0,9932

Para determinar la ecuación de la curva que mejor se aproxima a la real, ésta debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Cuya correlación (R) es próxima a uno.
- El SSE es el más bajo

Por lo tanto de la Figura 5.2 y la Tabla 5.2, se concluye que la Potencia ($Ax^B + C$), es la que mejor se aproxima, en donde **A**, **B**, **C** tienen los siguientes valores:

$$F. \text{coincidencia} = 0,5697 * x^{-0,4542} + 0,4808$$

Con un límite de confianza del 95%.

Nota: Este procedimiento se aplica para el cálculo de la Demanda Diversificada y Demanda Máxima Unitaria.

Tabla 5.3 Ecuaciones de los Factores de Coincidencia, Demandas Diversificada y Demandas Máximas Unitarias de las Cocinas a Inducción

Estratos	F.c	D.D (kVA)	D.M.U (kVA)
E-F-G-H	$y=0,5697 * x^{-0,4542} + 0,4808$	$y=2,532 * x^{-0,4542} + 2,137$	$y= 2,682 * x^{0,9739} + 5,893$
D	$y=0,5791 * x^{-0,3907} + 0,4772$	$y=2,574 * x^{-0,3907} + 2,121$	$y= 2,705 * x^{0,9768} + 9,111$
C	$y=0,5468 * x^{-0,5477} + 0,5297$	$y=3,403 * x^{-0,5478} + 3,296$	$y=3,569 * x^{0,9929} + 8,481$
TOTAL	$y=0,5928 * x^{-0,4366} + 0,4737$	$y=2,635 * x^{-0,4367} + 2,105$	$y=2,493 * x^{0,9854} + 9,754$

Tabla 5.4 Ecuaciones de la Demandas Máxima Unitarias para 10 y 15 años

ESTRATO	PROYECCIÓN AÑOS: 10		PROYECCIÓN AÑOS: 15	
	DMU (kVA) _(Empresa)	D.M.U (kVA) _(Total)	DMU (kVA) _(Empresa)	D.M.U (kVA) _(Total)
H	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 3,299 * x^{0,9648} + 6,058$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 3,423 * x^{0,9633} + 6,085$
G	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 3,481 * x^{0,9627} + 6,098$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 3,641 * x^{0,9609} + 6,131$
F	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 3,653 * x^{0,9608} + 6,133$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 3,849 * x^{0,9588} + 6,17$
E	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 3,576 * x^{0,9616} + 6,118$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 3,756 * x^{0,9547} + 6,153$
D	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 4 * x^{0,9599} + 9,403$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 4,261 * x^{0,9576} + 9,445$
C	$y = DMU' * x^{0,91}$	$y = 5,642 * x^{0,9701} + 9,285$	$y = DMU'' * x^{0,91}$	$y = 6,064 * x^{0,967} + 9,397$

Dónde:

y= Demanda Máxima Unitaria (kVA).

x= Número de personas.

DMU'= Demanda Máxima Unitaria establecida por la Empresa Electrica para 10 años.

DMU''= Demanda Máxima Unitaria establecida por la Empresa Electrica para 15años.

Tabla 5.5 Demanda Máxima Unitaria establecida por la Empresa Eléctrica

ESTRATO	D.M.U' (kVA)	D.M.U'' (kVA)
H	0,65	0,78
G	0,84	1,01
F	1,02	1,22
E	0,94	1,13
D	1,36	1,63
C	2,23	2,67



Tabla 5.6 Resumen de la Demanda Máxima Unitaria Proyectadas para 10 años

PROYECCIÓN AÑOS: 10												
CLIENTES	D.M.U (kVA) (Empresa)						D.M.U (kVA) (Total)					
	H	G	F	E	D	C	H	G	F	E	D	C
1	0,65	0,84	1,02	0,94	1,36	2,23	5,09	5,28	5,46	5,38	5,80	8,45
2	1,22	1,58	1,92	1,77	2,56	4,19	9,51	9,86	10,20	10,05	10,99	15,91
3	1,77	2,28	2,77	2,55	3,70	6,06	13,16	13,67	14,16	13,95	15,49	22,49
4	2,30	2,97	3,60	3,32	4,80	7,87	16,57	17,24	17,88	17,60	19,67	28,46
5	2,81	3,63	4,41	4,07	5,88	9,65	19,88	20,71	21,48	21,14	23,69	34,23
6	3,32	4,29	5,21	4,80	6,94	11,39	23,14	24,11	25,03	24,62	27,65	39,87
7	3,82	4,94	5,99	5,52	7,99	13,10	26,34	27,46	28,52	28,05	31,52	45,42
8	4,31	5,57	6,77	6,24	9,02	14,80	29,55	30,81	32,00	31,47	35,36	50,82
9	4,80	6,20	7,53	6,94	10,04	16,47	32,72	34,12	35,45	34,86	39,17	56,18
10	5,28	6,83	8,29	7,64	11,05	18,13	35,82	37,37	38,83	38,18	42,97	61,48
20	9,93	12,83	15,58	14,36	20,77	34,06	65,76	68,66	71,41	70,19	79,31	113,24
50	22,85	29,54	35,86	33,05	47,82	78,41	150,67	157,35	163,68	160,86	181,04	260,53
70	31,04	40,12	48,71	44,89	64,95	106,50	204,59	213,66	222,26	218,44	246,85	356,61
200	80,70	104,28	126,63	116,70	168,84	276,85	554,21	577,80	600,15	590,22	657,00	972,78
220	88,01	113,73	138,10	127,27	184,14	301,93	607,88	633,60	657,97	647,14	717,11	1066,58
370	141,25	182,53	221,65	204,26	295,53	484,58	997,09	1038,37	1077,49	1060,10	1177,93	1757,27
400	151,63	195,95	237,94	219,28	317,26	520,21	1074,96	1119,28	1161,27	1142,61	1268,66	1895,84
420	158,51	204,85	248,75	229,24	331,66	543,83	1126,29	1172,63	1216,52	1197,01	1328,29	1987,71
450	168,79	218,12	264,86	244,09	353,15	579,07	1203,85	1253,18	1299,92	1279,15	1418,58	2125,10
500	185,77	240,07	291,52	268,65	388,69	637,33	1333,12	1387,42	1438,87	1416,00	1571,86	2354,09



Tabla 5.7 Resumen de la Demanda Máxima Unitaria Proyectadas para 15 años

Clientes	Proyección Años: 15											
	D.M.U (kVA) (Empresa)						D.M.U (kVA) (Total)					
	H	G	F	E	D	C	H	G	F	E	D	C
1	0,78	1,01	1,22	1,13	1,63	2,67	5,22	5,45	5,67	5,57	6,08	8,90
2	1,46	1,89	2,30	2,12	3,06	5,02	9,75	10,18	10,58	10,40	11,49	16,74
3	2,12	2,74	3,32	3,06	4,43	7,27	13,51	14,13	14,72	14,46	16,22	23,70
4	2,75	3,56	4,32	3,98	5,76	9,44	17,03	17,83	18,60	18,26	20,63	30,03
5	3,37	4,36	5,29	4,88	7,05	11,57	20,44	21,43	22,36	21,95	24,87	36,15
6	3,98	5,14	6,25	5,76	8,33	13,66	23,80	24,97	26,07	25,58	29,03	42,14
7	4,58	5,92	7,19	6,62	9,58	15,71	27,10	28,44	29,71	29,15	33,11	48,03
8	5,17	6,68	8,12	7,48	10,82	17,74	30,40	31,92	33,35	32,71	37,16	53,77
9	5,76	7,44	9,03	8,32	12,04	19,75	33,67	35,36	36,95	36,24	41,17	59,46
10	6,34	8,19	9,94	9,16	13,26	21,74	36,88	38,73	40,48	39,70	45,18	65,09
20	11,91	15,39	18,68	17,22	24,91	40,84	67,74	71,22	74,51	73,05	83,45	120,02
50	27,41	35,42	43,01	39,64	57,34	94,03	155,22	163,23	170,82	167,45	190,57	276,14
70	37,23	48,11	58,42	53,83	77,89	127,71	210,77	221,65	231,96	227,38	259,79	377,83
200	96,77	125,06	151,86	139,95	202,47	332,00	570,29	598,58	625,37	613,46	690,64	1027,93
220	105,54	136,39	165,61	152,63	220,82	362,08	625,41	656,26	685,49	672,50	753,80	1126,72
370	169,38	218,90	265,80	244,95	354,40	581,12	1025,22	1074,74	1121,64	1100,80	1236,80	1853,80
400	181,84	234,99	285,34	262,96	380,46	623,84	1105,17	1158,32	1208,67	1186,29	1331,86	1999,47
420	190,09	245,66	298,30	274,90	397,73	652,16	1157,87	1213,43	1266,07	1242,68	1394,36	2096,05
450	202,41	261,58	317,63	292,72	423,50	694,42	1237,47	1296,63	1352,69	1327,77	1488,93	2240,45
500	222,78	287,90	349,59	322,17	466,12	764,30	1370,13	1435,25	1496,94	1469,52	1649,29	2481,05

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- Conclusiones

Mediante la elaboración de éste trabajo monográfico, se propuso una metodología para calcular los factores de coincidencia, basándose en un programa ejecutado en Matlab, el cual toma la información tabular en Excel de las encuestas realizadas, esta metodología puede ser adoptado por diferentes Empresas Distribuidoras ya que presenta una gran ventaja, que no necesariamente el equipo debe estar instalado a la red eléctrica, debido a este inconveniente no se puede utilizar equipo de mediciones para obtener información.

Para validar los factores de coincidencia calculados se propuso realizar adicionalmente otras encuestas enfocadas sólo en la utilización de la cocina a base de GLP, pero esta vez se puso más énfasis en el número de hornillas que utilizan en un rango de 15 minutos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6.1 Validación de los Factores de Coincidencia

Clientes	F.c iniciales	F.c validación
2	0,9032	0,8455
3	0,8509	0,7687
4	0,8192	0,7297
5	0,7932	0,7033
10	0,724	0,637
20	0,661	0,602
30	0,621	0,583
40	0,587	0,569
50	0,571	0,557
60	0,568	0,5504
70	0,566	0,5497
80	0,561	0,55
90	0,5586	0,5502
100	0,5583	0,5504
110	0,5583	0,5505
120	0,5567	0,5506
130	0,5555	0,5506
133	0,5555	0,5506



Basando en este estudio se pudo determinar que la potencia diaria requerida sólo por las cocinas a inducción es de 3.104.531,3 kW, y el incremento de Energía promedio por cliente diario al introducir la cocina a inducción es:

Tabla 6.2 Energía Promedio por Cliente

Estratos	E-F-G-H	D	C
Energía Promedio (kWh)	9,9411	10,60227	16,265789

Gracias a estos factores de coincidencia la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur va a tener la posibilidad de utilizar dos factores de coincidencia, el cual fue establecido por la Westinghouse y lo que se propone en este trabajo, con la gran diferencia que la Westinghouse estableció estos factores basándose en cocinas eléctricas con costumbres de cocción de alimentos un tanto diferente, mientras que este método tomó en cuenta cocinas a inducción y costumbres de cocción de alimentos, la cual fue establecida por las encuestas realizadas, permitiendo así la opción de que la Empresa elija cualquiera de estos factores, el cual sea más factible y no sobredimensione los transformadores ni las redes eléctricas.

A partir de los datos obtenidos de este estudio y ajustando la curva de la Westinghouse para la cocina de 4kW, se realizó las siguientes tablas y gráficas de comparación:

Tabla 6.3 Comparación de la Demanda Diversificada

Clientes	Valores Westinghouse	Valores Calculados
1	4,44	4,44
2	3,51	4,18
3	2,83	3,90
4	2,34	3,67
5	2,05	3,51
6	1,90	3,39
7	1,83	3,30
8	1,71	3,22
200	0,97	2,35
300	0,96	2,32
400	0,94	2,31
500	0,93	2,30

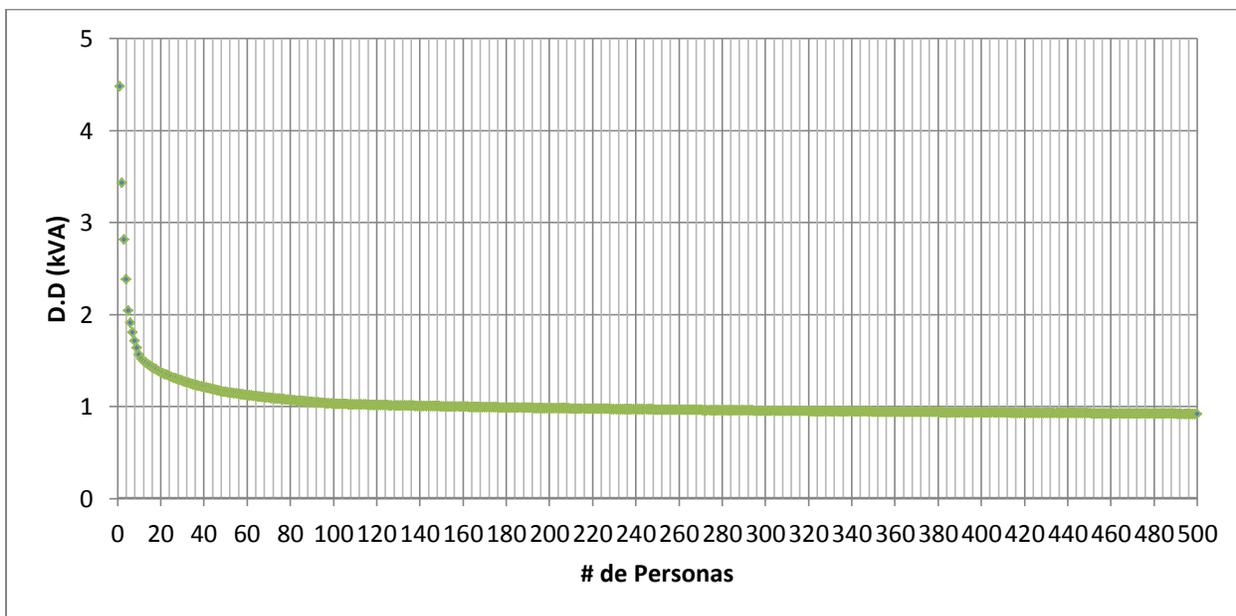


Figura 6.1 Demanda Diversificada de la Westinghouse

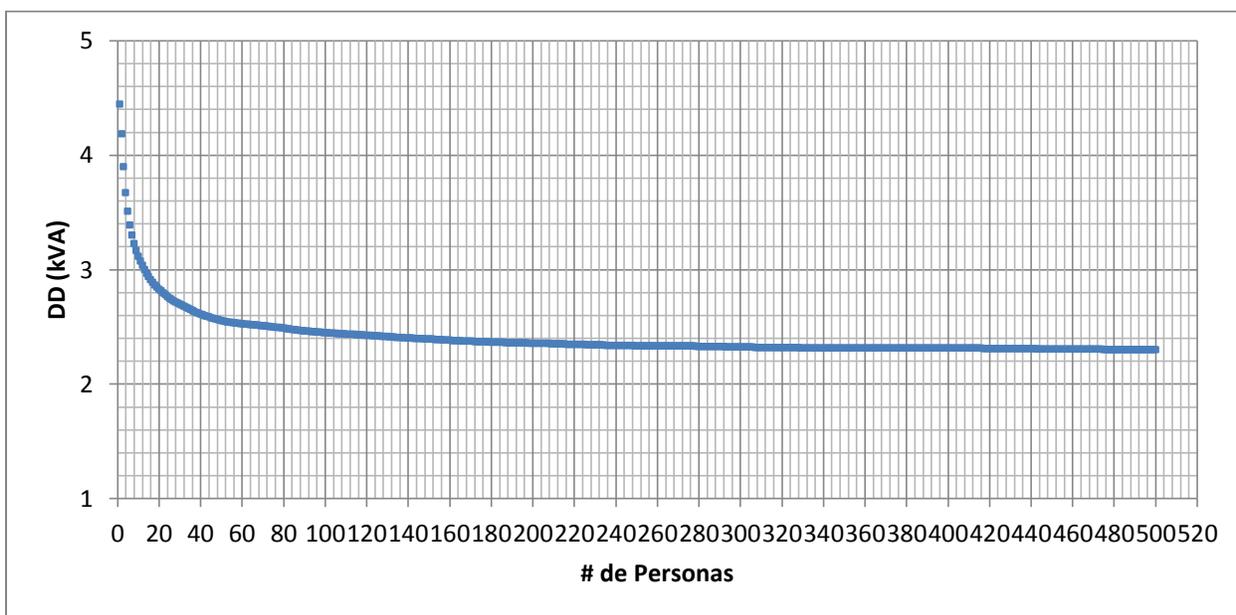


Figura 6.2 Demanda Diversificada Calculada



Como se pudo observar en la tabla y gráficas anteriores la Demanda Diversificada para un cliente tanto en la Westinghouse como en los calculados es el mismo, pero a partir de éste los valores empiezan a diferenciarse, esto se debe a las diferentes costumbres de cocción de alimentos, pudiendo observar en el capítulo 3, que en la parte rural los picos se producen en la mañana-tarde-noche siendo el mayor en la noche mientras que en la Westinghouse el pico sólo se produce al medio día e incluso se diferencia de la curva establecida para la zona urbana, además la mayoría de personas encuestadas tenían un rango de encendido de las cocinas casi iguales en la mañana-tarde-noche, debido a sus costumbres, por lo tanto, los factores de coincidencia no serán iguales excepto para un cliente, como se puede observar a continuación:

Tabla 6.4 Comparación del Factor de Coincidencia

Clientes	Valores Westinghouse	Valores Calculados
1	1,00	1,00
2	0,77	0,94
3	0,63	0,88
4	0,53	0,83
5	0,46	0,79
6	0,43	0,76
7	0,40	0,74
8	0,38	0,73
9	0,37	0,71
10	0,35	0,70
80	0,24	0,56
100	0,23	0,55
150	0,22	0,54
200	0,22	0,53
250	0,22	0,52
300	0,21	0,52
350	0,21	0,52
400	0,21	0,52
450	0,21	0,52
500	0,21	0,52

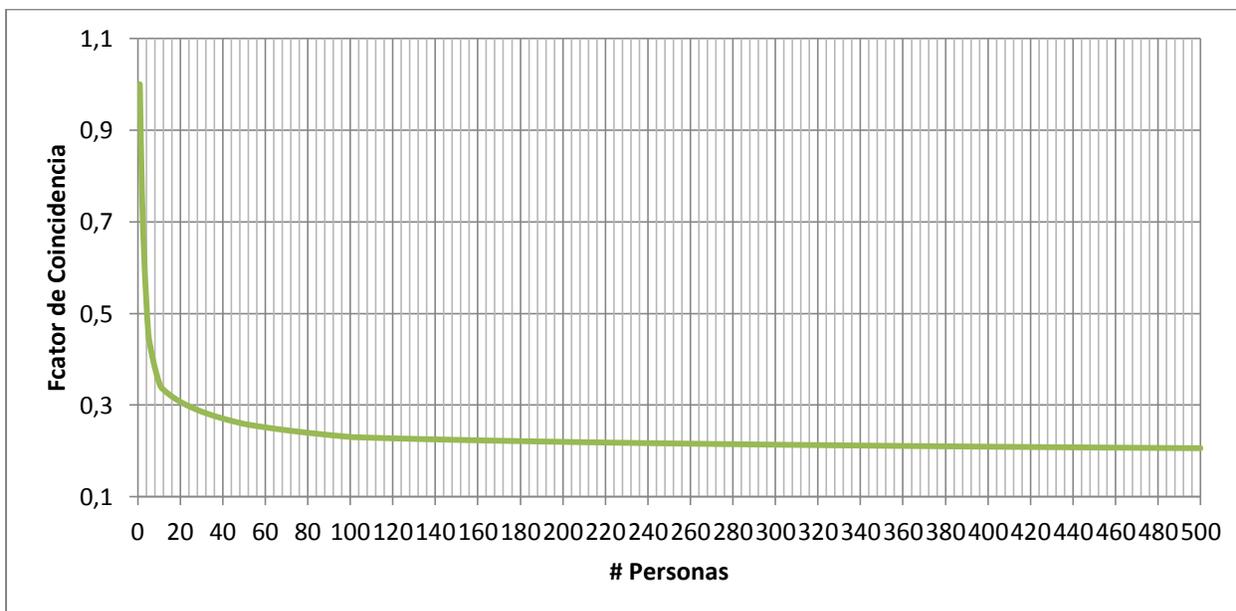


Figura 6.3 Factor de Coincidencia de la Westinghouse

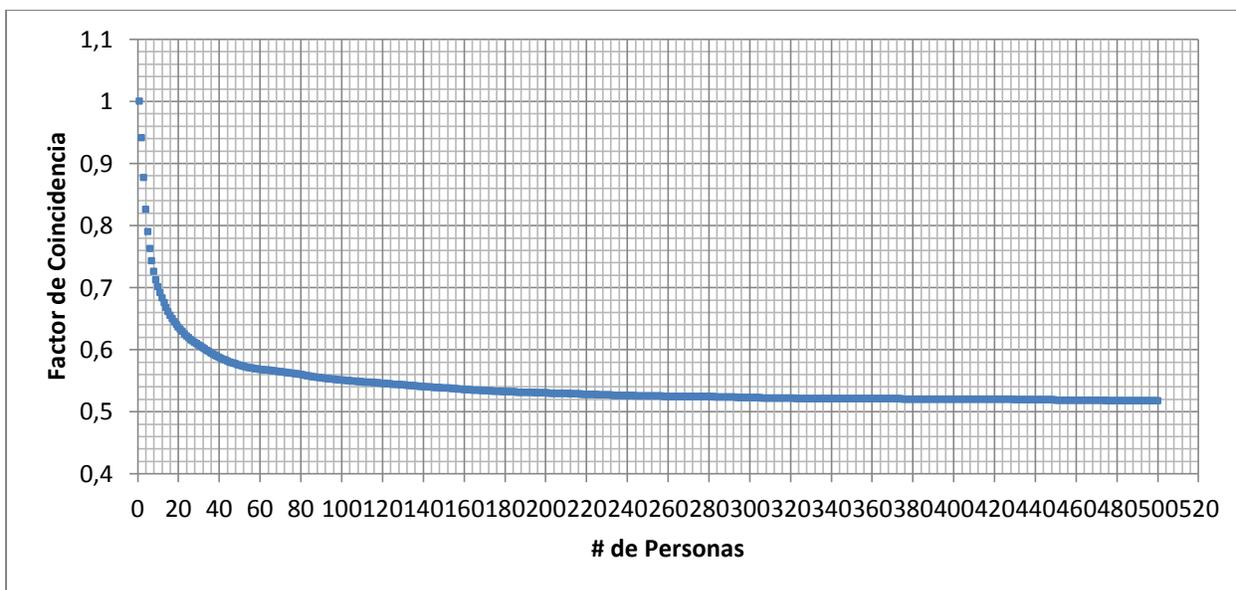


Figura 6. 4 Factor de Coincidencia Calculado

También se pudo determinar la curva de carga diaria que se va a obtener al introducir las cocinas a inducción a la red, siendo la potencia pico igual a 176508,5 kW, como se indica en la siguiente gráfica:

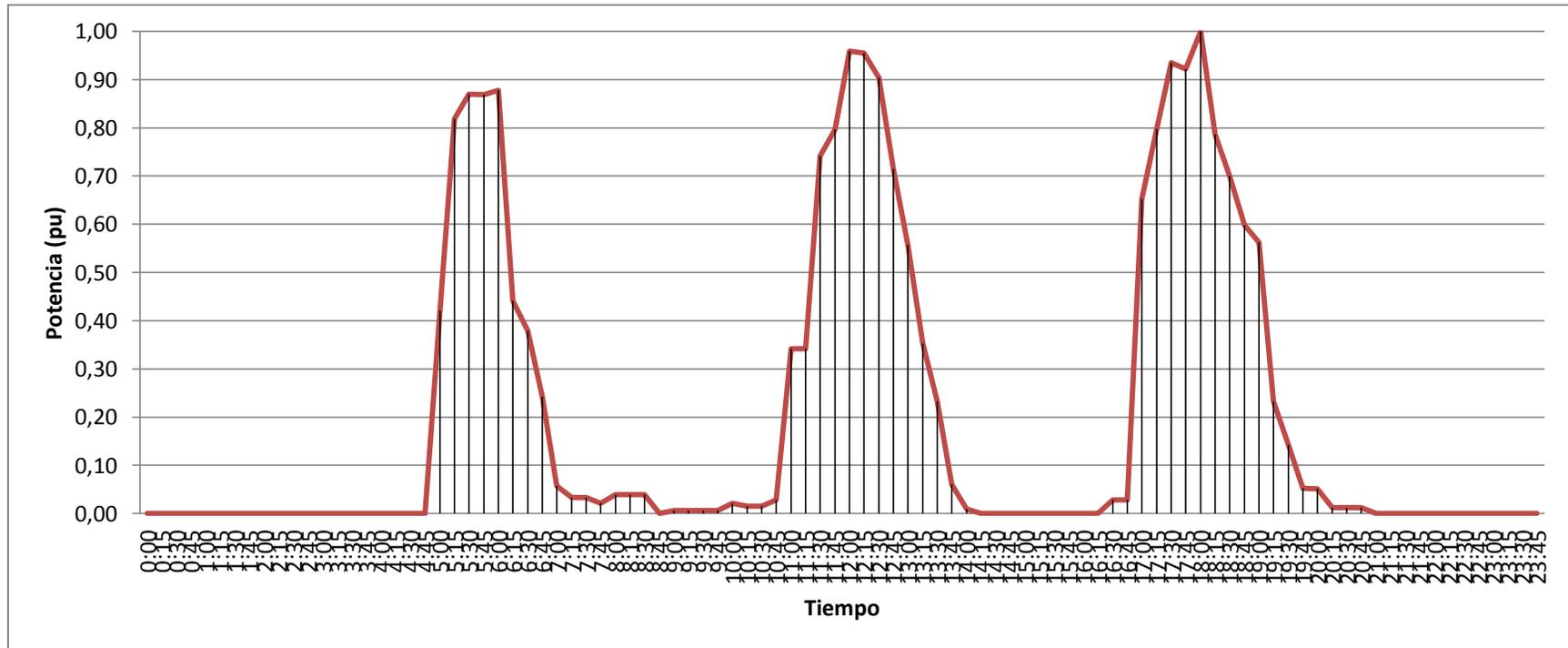


Figura 6. 5 Curva de Carga diaria en por unidad



6.2.- Recomendaciones

Al elaborar las encuestas se debe tener presente que las preguntas a realizarse deben ser específicas, puesto que si se realiza de manera general la información que se obtiene, no facilita realizar un estudio correcto y válido.

Al realizar las encuestas se pudo notar que la mayor parte de hogares rurales utilizan cocinas de cuatro hornillas, por lo que se recomienda que el plan de cocción eficiente contemple la entrega de cocinas a inducción de cuatro quemadores, de esta manera habrá una mayor acogida por parte de los clientes residenciales.

Se pudo observar que las personas tienen miedo a este cambio, por lo que se recomienda que la Empresas Distribuidoras realicen campañas, principalmente enfocadas en las zonas rurales debido a que la mayoría de gente no poseen muchos aparatos electrónicos por ejemplo la TV, en donde el gobierno explico de que se trataba el PCE.

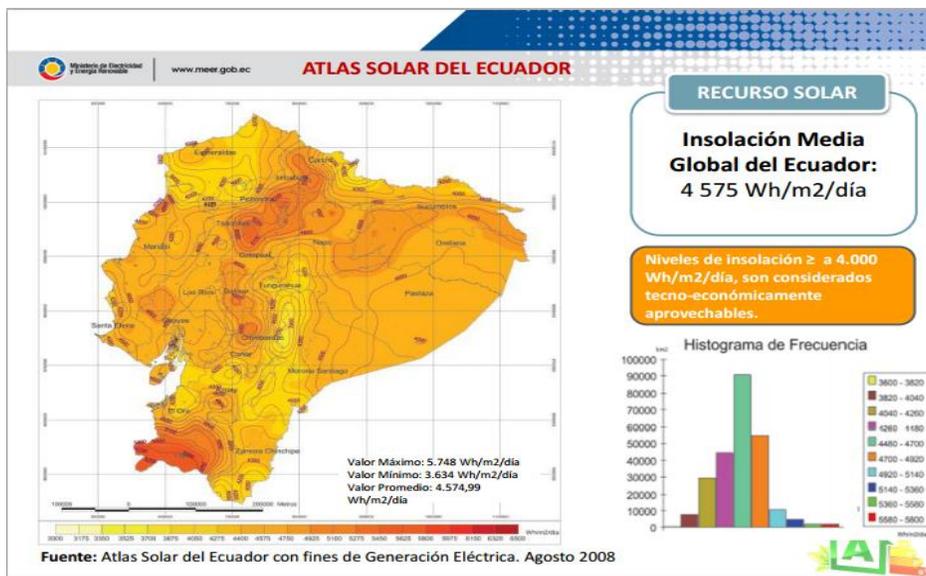
Para realizar este tipo de estudio la Empresa debería facilitar algún tipo de documento o identificación puesto que las personas tienen miedo a dar tal tipo de información, pensando que esto será utilizado para subir los impuestos y en otros casos quitar el Bono de Desarrollo Humano.



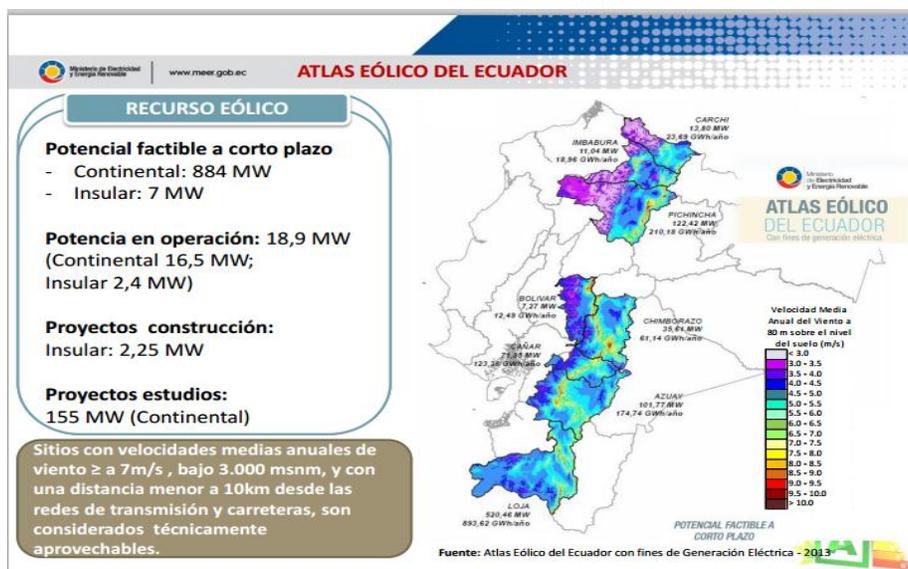
BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asociación de Ingenieros Técnicos “ait CENTROSUR”; www.ait.com.ec.
- [2] Página de la CENTROSUR; www.centrosur.com.ec.
- [3] Departamento de SIGADE; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.
- [5] Departamento de Distribución; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.
- [6] Departamento de Planificación; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.
- [7] Ing. Modesto salgado; subestaciones eléctricas; docente de la universidad de c.
- [8] Página de Internet; repositorio.utc.edu.ec
- [9] Ing. Ernesto Abril; REA (Administración Rural de Electrificación); Demandas máximas unitarias.
- [10] Normas para sistemas de distribución parte a; guía de diseño, empresa eléctrica quito; editorial eeqa 1994.
- [11] Ing. Ernesto Abril; DOCENTE DE LA UTC.
- [12] Normas para Sistemas de Distribución, EEQ S.A.
- [13] INELIN-COINELCA; Estudios de Distribución de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para Cuenca y su Área Metropolitana
- [14] Actualización de las guías de Distribución de la Empresa Eléctrica de Ambato
- [15] William G. Cochram; TEORÍA DE MUESTREO.
- [16] Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador; Ing. Xavier Serrano
- [17] Washington Jhony Vizuite Machado; Estudio de la demanda para el sistema de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en sectores residenciales.

ANEXO 1 ATLAS SOLAR DEL ECUADOR



ATLAS EÓLICO DEL ECUADOR





ANEXO 2

**CALCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA
SEGÚN EL MÉTODO REA PARA LA CATEGORÍA (A, B, C, D)**

NÚMEROS DE USUARIOS	CONSUMO MENSUAL ACTUAL	DMU (REA)
SUMATORIA DEL CONSUMO TOTAL DE LOS USUARIOS		

ANEXO 3

TASA DE INCREMENTO ANUAL.

CATEGORÍAS	SUMATORIA DEL CONSUMO MENSUAL HACE UN AÑO DEL TOTAL DE LOS NÚMEROS DE USUARIOS (KWH)	SUMATORIA DEL CONSUMO MENSUAL ACTUAL DEL TOTAL DE LOS NÚMEROS DE USUARIOS (KWH)	TI (%)
A			
B			
C			
D			



ANEXO 4

DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTA A “n” AÑOS PARA LA CATEGORÍA (A, B, C, D).

NÚMERO DE USUARIOS	DMUP (# DE AÑOS)

ANEXO 5

FACTOR DE DIVERSIDAD.

NÚMERO DE USUARIOS	DMUP (# DE AÑOS)	FACTOR DE DIVERSIDAD



ANEXO 6

CARGAS TÍPICAS DE APARATOS ELÉCTRICOS, EEQ S.A.

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 7
FACTOR DE PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA DETERMINACIÓN DE
CARGAS DE DISEÑO, 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	
	2,5	1,28	1,45		5	1,63	2,08	
B	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 8

DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS DIVERSIFICADAS, 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 9
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DIVERSIFICADA POR CATEGORÍAS,
EEARCN S.A.**

EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO-GUÍAS DE DISEÑO									
DEMANDAS DE DISEÑO - REDES SEGUNDARIAS - 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 10
MODELO DE ENCUESTA

Encuestas para determinar las características del uso (GLP) Gas Licuado del Petróleo en los hogares residenciales rurales de Cuenca.

La encuesta está destinada a fin investigativo, no persigue ningún fin económico ni político.

UNIVERSIDAD DE CUENCA – EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.
FORMULARIO PARA ENCUESTAS

PROVINCIA:		CANTÓN:		PARROQUIA:	
DIRECCIÓN:				CÓDIGO:	
Nº GRUPO FAMILIAR:				FECHA:	

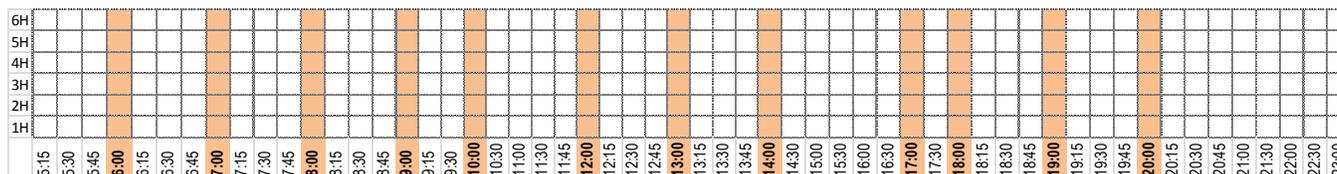
1. Su cocina funciona con:

Gas		Energía Eléctrica		(Leña, Carbón)	
-----	--	-------------------	--	----------------	--

2. ¿Cuántas hornillas (quemadores) cuenta su cocina?

1		2		4		6		otros	
---	--	---	--	---	--	---	--	-------	--

3. Tiempo de Utilización



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

Calefón a gas		Calefón eléctrico		Gas		Leña	
---------------	--	-------------------	--	-----	--	------	--

5. ¿Qué tipo de ducho tiene?

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



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

	Hora Mañana	Hora Tarde	Tiempo de uso	Veces a la semana	Observaciones
A					
B					
C					
D					
E					
F					

7. ¿Disponibilidad de Horno y Uso?

GAS		ELÉCTRICO		OTRO		Tiempo de uso		Veces a la semana	
-----	--	-----------	--	------	--	---------------	--	-------------------	--

8. ¿Qué tipo de alimento le lleva más tiempo cocinarlo (Generalmente más de una hora)?

Maíz		Fréjol		Habas		Lenteja		Carne(general)	
------	--	--------	--	-------	--	---------	--	----------------	--

9. ¿Cuántos cilindros de gas utiliza aproximadamente al mes?

0,5		1		1,5		2		Más de 2	
-----	--	---	--	-----	--	---	--	----------	--

10. ¿Cómo adquieren los cilindros de gas en su hogar?

Compra directo al distribuidor		Le entregan en su domicilio	
--------------------------------	--	-----------------------------	--

11. Características de la vivienda

A) Dormitorios	
B) Pisos	
C) Baños	
D) Casa o Departamento	



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

Número de focos ahorradores	
Número de focos incandescentes	

Artefacto	SI	NO	MAÑANA		TARDE		NOCHE		TIEMPO		
			Hora	Tiempo	Hora	Tiempo	Hora	Tiempo	Diario	Semanal	Mensual
Arrocera											
Batidora											
Microondas											
Extractor de Jugos											
Tostadora											
Licuadaora											
Otros											

13. ¿Canto paga por energía eléctrica al mes?

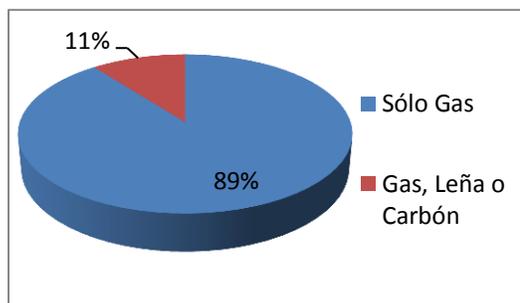
14. ¿Cambiaría su cocina de gas por una de inducción, según el programa de gobierno?

Si		No	
----	--	----	--

ANEXO 11 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

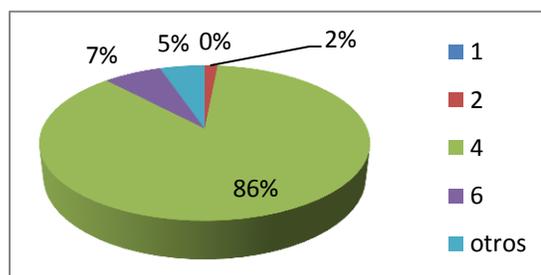
Su cocina funciona con:

Sólo Gas	119	66272
Gas, Leña o Carbón	14	7679
TOTAL	133	73951



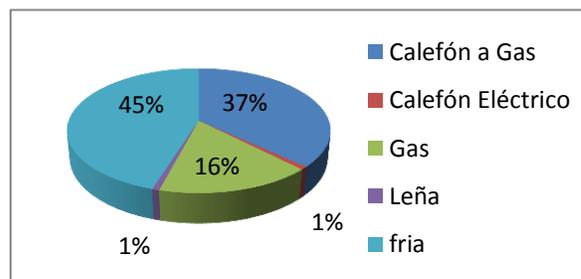
¿Cuántas hornillas (quemadores) cuentan su cocina?

1	0	0
2	2	1097
4	115	63078
6	9	4937
Otros	7	3839
TOTAL	133	72951



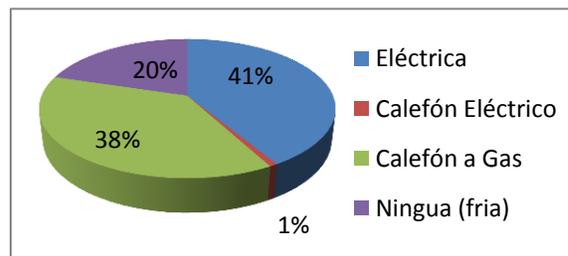
¿Qué utiliza para calentar el agua, es decir para tener agua caliente en el lavamanos, lavaplatos, etc.?

Calefón a Gas	49	26877
Calefón Eléctrico	1	549
Gas	22	12067
Leña	1	549
fría	60	32909
TOTAL	133	72951



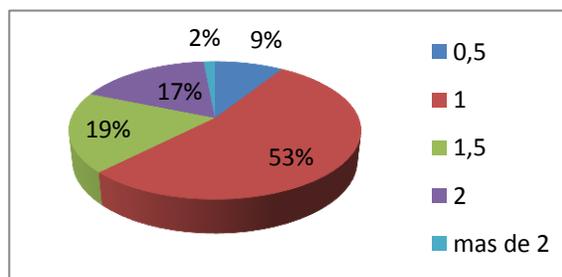
¿Qué tipo de ducho tiene?

Eléctrica	55	30168
Calefón Eléctrico	1	549
Calefón a Gas	50	27425
Ninguna (fría)	27	14809
TOTAL	133	72951



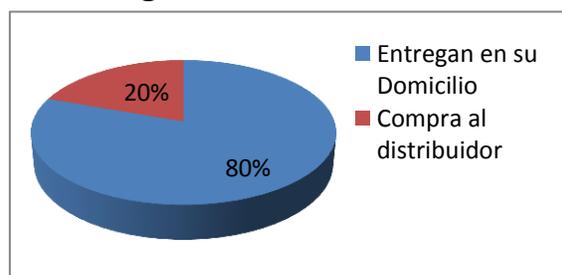
¿Cuántos cilindros de gas utiliza aproximadamente al mes?

0,5	12	6582
1	71	38944
1,5	25	13712
2	23	12616
más de 2	2	1097
TOTAL	133	72951



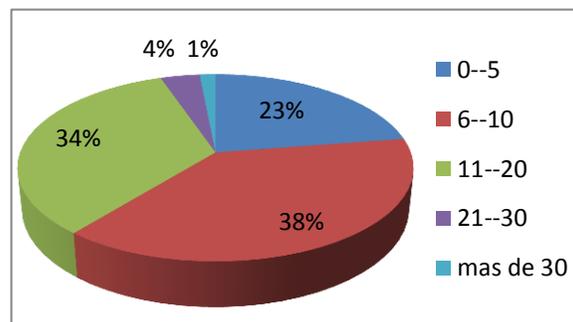
¿Cómo adquieren los cilindros de gas en su hogar?

Entregan en su Domicilio	107	58690
Compra al distribuidor	26	14261
TOTAL	133	72951



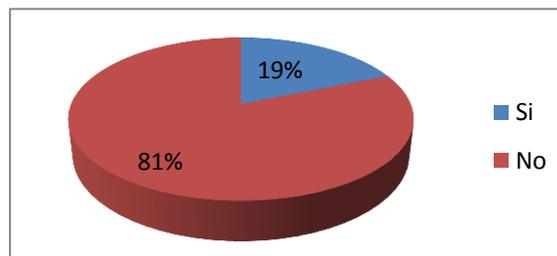
¿Canto paga por energía eléctrica al mes?

0--5	30	16455
6--10	51	27973
11--20	45	24683
21--30	5	2743
más de 30	2	1097
TOTAL	133	72951

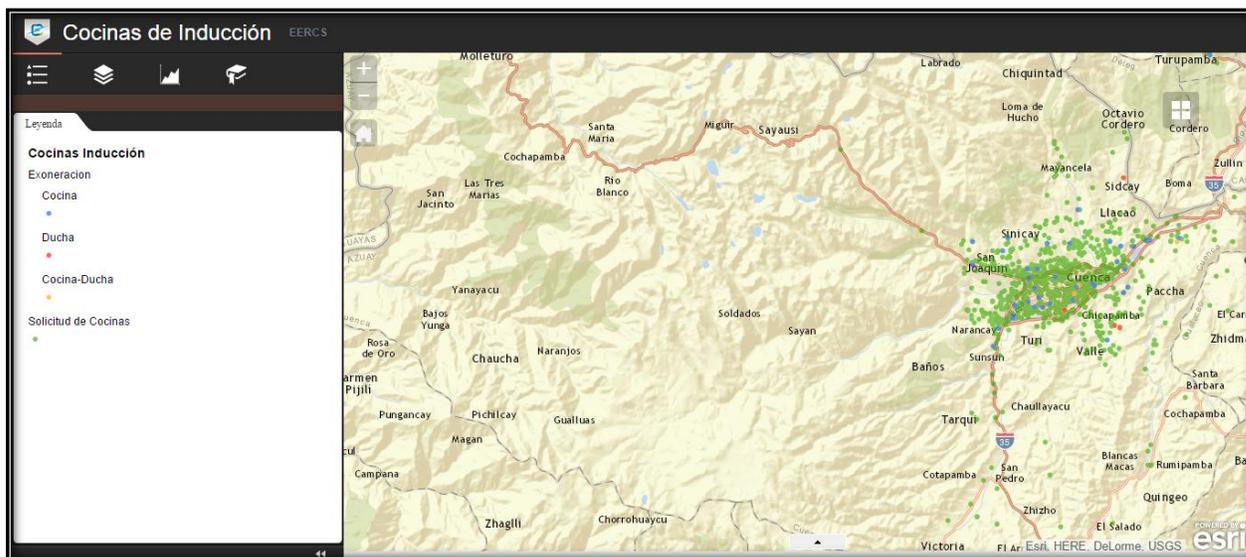


¿Cambiaría su cocina de gas por una de inducción, según el programa del gobierno?

Si	25	13798
No	108	59153
TOTAL	133	72951



ANEXO 12



SOLICITUDES DEL CAMBIO A COCINAS DE INDUCCION

Fuente: <http://gis-sigde.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html>

En la Tabla 3.5 se realiza una comparación de cuantas personas están de acuerdo en cambiar su cocina, según las encuestas realizadas vs las solicitudes realizadas por los usuarios y se puede notar que si hay una similitud, la cual nos permite verificar que la información es válida.

COMPARACION DEL REEMPLAZO DE LAS COCINAS POR PARROQUIAS

PARROQUIAS	SOLICITUD DE COCINAS (E.E.R.CS S.A.)	COCINAS A INDUCCIÓN ENCUESTAS	
		SI	NO
EL VALLE	62	2656	14341
BAÑOS	15	1705	5683
RICAUARTE	48	3291	10972
SAYAUSÍ	10	520	10410
SININCAY	28	3823	8738
TARQUI	23	1802	9010
TOTAL	186	13798	59153
		72951	



ANEXO 13

```

disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('')
disp('          UNIVERSIDAD DE CUENCA')
disp('')
disp(' REALIZADO POR: CARLOS ORELLANA UGUÑA')
disp('          MARCOS PAÑI UGUÑA')
disp('')
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('')
disp(' DESCRIPCION DEL PROGRAMA')
disp('')
disp('ESTE PROGRAMA NOS AYUDA A CALCULAR EL FACTOR DE COINCIDENCIA CUANDO
ENTRE DOS CARGAS A FUNCIONAR DE UN TOTAL DE ENCUESTAS,')
disp('PERO CON LA GRAN VENTAJA DE QUE HACE ITERACIONES IGUAL AL NUMERO DE
COLUMNAS MENOS UNO [C-1],DESPUES DE REALIZAR ESTE PROCESO,')
disp('AUTOMATICAMENTE SE INTERCAMBIAN LAS COLUMNAS, ES DECIR, LA ULTIMA PASA
HACER PRIMERA, LA PRIMERA PASA HACER SEGUNDA,')
disp('LA SEGUNDA A TERCERA Y ASI SUCESIVAMENTE Y SE REALIZA DE NUEVO LAS
ITERACIONES, DESPUES DE REALIZARSE ESTE PROCESO')
disp('Y EL NUMERO DE COMBINACIONES INDICADAS, AL FINALIZAR EL PROGRAMA NOS
INDICA UN PROMEDIO DE TODAS ESTAS COMBINACIONES')
disp('')
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
g=xlsread('Libro1.xlsx',1);
[f,c]=size(g);
p=0;
t=0;
sf=2;
uu=0;
rr=1;
ttu=1;
pu=0;
kji=input('Ingrese el numero de combinaciones que desee realizar.....');
while uu<kji
teru=2;

for j=1:c
may=g(1,j);
for i=2:f
if may<g(i,j)
aux=g(i,j);
may=0;
may=aux;
end
end
end
end

```



```
for j=2:c
    for i=1:f
        b(i,1)=g(i,1)+g(i,j);
    end
    max=b(1,1);
    for i=2:f
        if max<b(i,1)
            au=b(i,1);
            max=0;
            max=au;
        end
    end
end
for i=1:c-1
    Factor(1,i)=(d(1,i))/(t(1,1)+t(1,i+1));
end
ku=0;
for jp=1:c-1
    ku=ku+Factor(1,jp);
end
for i=1+pu:ttu
    promedio(1,i)=(ku)/(jp);
end
pu=pu+1;
ttu=ttu+1;
for i=1:f
    n(i,1)=g(i,c);
end

for j=1:c-1
    for i=1:f
        n(i,teru)=g(i,j);
    end
    teru=teru+1;
end
clear g;
for j=1:c
    for i=1:f
        g(i,j)=n(i,j);
    end
end
clear n;
teru=0;
uu=uu+1;
end

disp('El promedio de cada combinación realizada es');
disp('          ');
disp(promedio);
```



ANEXO 14

```

disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('')
disp('          UNIVERSIDAD DE CUENCA')
disp('')

disp(' REALIZADO POR: CARLOS ORELLANA UGUÑA')
disp('          MARCOS PAÑI UGUÑA')
disp('')
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('')
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('')
disp(' DESCRIPCION DEL PROGRAMA')
disp('')
disp('ESTE PROGRAMA NOS AYUDA A CALCULAR EL FACTOR DE COINCIDENCIA CUANDO
ENTRA PRIMERO TRES, CUATRO, CINCO,ETC....CARGAS A FUNCIONAR ')
disp('DE UN TOTAL DE ENCUESTAS,PERO CON LA GRAN VENTAJA DE QUE HACE
ITERACIONES IGUAL AL NUMERO DE COLUMNAS MENOS UNO [C-n],DESPUES DE REALIZAR')
disp('ESTE PROCESO, AUTOMATICAMENTE SE INTERCAMBIAN LAS COLUMNAS, ES DECIR,
LA ULTIMA PASA HACER PRIMERA, LA PRIMERA PASA HACER SEGUNDA,')
disp('LA SEGUNDA A TERCERA Y ASI SUCESIVAMENTE Y SE REALIZA DE NUEVO LAS
ITERACIONES, DESPUES DE REALIZARSE ESTE PROCESO')
disp('Y EL NUMERO DE COMBINACIONES INDICADAS, AL FINALIZAR EL PROGRAMA NOS
INDICA UN PROMEDIO DE TODAS ESTAS COMBINACIONES EN COLUMNAS PERTENECIENTES')
disp('A LA PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA,ETC... COMBINACIONES')
disp('')
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');

g=xlsread('Libro1.xlsx',2);
[f,c]=size(g);
uu=0;
gu=1;
for j=1:c
    may=g(1,j);
    for i=2:f
        if may<g(i,j)
            aux=g(i,j);
            may=0;
            may=aux;
        end
    end
    tuy(1,j)=may;
end
op=2;
gh=0;
ll=0;
jui=2;
pi=0;

```



```
ppi=1;
uur=0;
ff=1;
hh=0;
proceso=0;
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('');
disp('');
disp('');
disp('');
disp('INGRESAR EL MISMO NUMERO DE COMBINACIONES QUE USTED ELEGIO EN EL
PROGRAMA2' );
disp('');
disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
disp('');
kpi=input('Ingrese el numero de combinaciones que desee realizar.....');
disp('');

while uur<kpi
while uu<c-2

    for i=1:(op+1)
        gh=gh+tuy(1,i);
    end
t=2;

for i=1:f
    n(i,1)=g(i,1)+g(i,t);
end
for j=t:c-gu
    for i=1:f
        n(i,j)=g(i,j+1);
    end
end
clear g;
[F,C]=size(n);

for j=1:C
    for i=1:F
        g(i,j)=n(i,j);
    end
end

clear n;
```



```

for j=2:C
  for i=1:F
    b(i,1)=g(i,1)+g(i,j);
  end
  max=b(1,1);
  for i=2:F
    if max<b(i,1)
      au=b(i,1);
      max=0;
      max=au;
    end
  end
  d(1,j-1)=max;
end
[de,io]=size(d);

for i=1:io
  factor(1,i)=(d(1,i))/(gh+tuy(1,i+jui));
end
klt=0;
for i=1:io
  klt=klt+ factor(1,i);
end
for i=1+pi:ppi
  promedio(i,ff)=(klt/io);
end
pi=pi+1;
ppi=ppi+1;
clear d;
clear factor;
clear gh;
gh=0;
ll=ll+1;
jui=jui+1;
gu=gu+1;
uu=uu+1;
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

[f,c]=size(bn);
uu=0;
gu=1;
op=2;
gh=0;
ll=0;
jui=2;
pi=0;
ppi=1;
teru=2;

for i=1:f

```



```
n(i,1)=bn(i,c);
end

for j=1:c-1
    for i=1:f
        n(i,teru)=bn(i,j);
    end
    teru=teru+1;
end

teru=0;
clear bn;

for j=1:c
    for i=1:f
        g(i,j)=n(i,j);
    end
end
for j=1:c
    for i=1:f
        bn(i,j)=n(i,j);
    end
end
clear n;
for j=1:c
    may=g(1,j);
    for i=2:f
        if may<g(i,j)
            aux=g(i,j);
            may=0;
            may=aux;
        end
    end
    tuy(1,j)=may;
end

uur=uur+1;
ff=ff+1;
hh=hh+1;
proceso=proceso+1
end

disp('El promedio de cada combinación realizada para cada vez q entre tres,
cuatro, cinco,et... cargas a funcionar es');

disp('
')
disp(promedio);
```