

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA /

"PLANEAMIENTO PARA LA DETERMINACION DE
PARAMETROS DE DEMANDA"

SANTIAGO RUBEN CORDOVA VACA



TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO, CON LA ESPECIALIZACION EN
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

Quito, Diciembre 1989.



DEDICATORIA

A mi familia y a mi hijo, o hija.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Mentor Poveda, por su constante estímulo, valioso aporte y acertada dirección en cada uno de los pasos de esta Tesis.

A mi esposa, a mis padres y hermanos.

A todos quienes han hecho posible este trabajo.

INDICE

	pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
ALCANCE	4
1. DEFINICION GENERAL DE PARAMETROS A OBTENER	5
1.1 AMPLIO ESPECTRO DE PARAMETROS	5
1.1.1 INTRODUCCION	5
1.1.2 AMPLIO ESPECTRO DE PARAMETROS	6
1.1.3 DEFINICION DE TERMINOS	9
1.2 CRITERIOS PARA LA SELECCION DE PARAMETROS	
1.2.1 ORIENTACION Y OBJETIVOS	23
1.2.2 METODOS DE MUESTREO	24
1.2.2.1 DEFINICION DE MUESTREO	24
1.2.2.2 NECESIDAD DEL MUESTREO EN UNA INVESTIGACION DE CARGA	24
1.2.2.3 SELECCION DE LAS MUESTRAS	25
1.2.2.4 METODOS DE MUESTREO	26
1.2.3 METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA DE DISEÑO ...	29
1.2.3.1 METODOS QUE ESTIMAN LA DEMANDA A PARTIR LA CARGA INSTALADA	30
1.2.3.2 METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA A PARTIR DEL CONSUMO DE ENERGIA	32
1.2.3.3 OTROS METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA	37

1.2.4	LOS PARAMETROS DE CARGA SU IMPORTANCIA Y UTILIZACION	39
1.2.4.1	LA DEMANDA MAXIMA	39
1.2.4.2	LA DEMANDA DIVERSIFICADA Y SU UTILIZACION	41
1.2.4.3	EL FACTOR DE DIVERSIFICACION	43
1.2.4.4	EL FACTOR DE COINCIDENCIA	45
1.2.4.5	CURVAS DE CARGA INDIVIDUALES	45
1.2.4.6	DEFINICION DE UNA CURVA DE CARGA TIPICA INDIVIDUAL	46
1.2.4.7	EL FACTOR DE CARGA Y SU UTILIZACION	49
1.2.4.8	LA CURVA DE CARGA DIVERSIFICADA	52
1.2.4.9	RELACIONES ENTRE ENERGIA CONSUMIDA Y DEMANDA MAXIMA	54
1.2.4.10	EL FACTOR DE POTENCIA, CRITERIOS PARA SU DETERMINACION.....	55
1.3	DEFINICION DE PARAMETROS	57
1.3.1	CURVAS DE CARGA DIARIAS	59
1.3.2	FACTOR DE COINCIDENCIA	60
1.3.3	CARGA INSTALADA	60
1.3.4	FACTOR DE FRECUENCIA DE USO	61
1.3.5	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	61
1.3.6	FACTOR DE VARIACION HORARIA	62
1.3.7	FACTOR DE SATURACION	62
1.3.8	RELACIONES ENTRE CARGA INSTALADA Y DEMANDA MAXIMA UNITARIA	62
1.3.9	RELACIONES ENERGIA CONSUMIDA VS. DEMANDA MAXIMA UNITARIA	63

1.3.10	FACTOR DE CARGA	63
1.3.11	RELACIONES DEMANDA VS. AREA DE LAS EDIFICACIONES	65
1.3.12	FACTOR DE POTENCIA	65
1.4	INTERVALO DE DEMANDA	66
1.4.1	INTERVALO DE DEMANDA	66
1.4.2	DURACION DE LA CARGA	66
1.4.2.1	TIPOS DE MEDIDORES	66
1.4.2.2	ANALISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA TIPO DE MEDIDOR	68
1.4.2.3	INTERVALO DE DEMANDA Y DURACION DE LA CARGA	70
1.4.3	INFLUENCIA DE LAS CONSTANTES DE TIEMPO TERMICAS DE LINEAS, TRANSFORMADORES, REGULADORES Y OTROS APARATOS EN LA DETERMINACION DEL INTERVALO DE DEMANDA	70
1.4.3.1	DEFINICION DE CONSTANTE DE TIEMPO TERMICA	71
1.4.3.2	CONSTANTE DE TIEMPO EN TRANSFORMADORES ..	72
1.4.3.3	CONSTANTES TERMICAS DE LINEAS	73
1.4.3.4	VALORES CARACTERISTICOS DE CONSTANTES TERMICAS DE APARATOS	77
1.4.4	CONCLUSIONES ACERCA DEL INTERVALO DE DEMANDA	79
1.4.5	JUSTIFICACION DEL TIPO DE MEDIDOR A UTILIZAR EN ESTA INVESTIGACION	80
1.4.6	SELECCION DEL INTERVALO DE DEMANDA	81

2. PARAMETROS PARA ABONADOS TIPO RESIDENCIAL	98
2.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION PARA ESTE TIPO DE ABONADOS	98
2.1.1 INTRODUCCION	98
2.1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	99
2.1.3 ALCANCE	100
2.2 PARAMETROS REQUERIDOS PARA ESTE TIPO DE ABONADOS	100
2.2.1 FACTORES A OBTENER EN EL ABONADO TIPO RESIDENCIAL	100
2.2.2 FACTORES A OBTENER PARA EL PERIODO DE MEDICION INTERESTRATO	105
2.3 PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES, REQUERIMIENTOS TECNICOS, ECONOMICOS Y DE PERSONAL	105
2.3.1 CRITERIOS A UTILIZAR EN EL PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES	106
A) TAMANO DE LA MUESTRA	106
B) REGISTRADOR	107
C) INTERVALO	108
D) DURACION DE LAS PRUEBAS	109
E) FECHAS DE LAS PRUEBAS	109
F) NUMERO Y FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS	112
G) REPETICION DE LAS PRUEBAS	115
2.3.2 PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES	116
2.3.2.1 INSTALACION DE LOS REGISTRADORES	117
2.3.2.2 RECOPIACION DE DATOS	120
2.3.2.3 RETIRO DE LOS MEDIDORES	121
2.3.2.4 TRATO AL USUARIO	123

2.3.2.5	CONCATENACION DE LAS MEDICIONES INTER E INTRAESTRATO	126
2.3.2.6	FACTOR DE POTENCIA	127
2.3.3	REQUERIMIENTOS ECONOMICOS Y DE PERSONAL	127
2.3.3.1	PERSONAL REQUERIDO	127
2.3.3.2	PRESUPUESTO ESTIMATIVO	129
2.4	ENCUESTAS.- OBJETIVO Y CRITERIO PARA ELABORARLAS.	
	ENCUESTA TIPO	130
2.4.1	OBJETIVOS Y CRITERIOS EN LA ELABORACION DE ENCUESTAS EN LA INVESTIGACION DE CARGA	130
2.4.2	ENCUESTA TIPO	132
2.4.3	ASPECTOS ADICIONALES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA REALIZACION DE ENCUESTAS	134
2.4.4	PROCESAMIENTO DE LAS ENCUESTAS	135
2.4.4.1	VALIDACION DE LAS ENCUESTAS	136
2.4.4.2	CODIFICACION DE LAS ENCUESTAS	136
2.4.4.3	PROCESO COMPUTACIONAL DE LAS ENCUESTAS ..	137
2.4.5	CONCATENACION ENTRE MEDICIONES Y ENCUESTAS	137
2.5	PROCESAMIENTO DE DATOS	138
2.5.1	INTRODUCCION	138
2.5.2	PROCESO INICIAL DE LOS DATOS DE CAMPO	139
2.5.2.1	INFORMACION SOBRE LA FORMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN LAS MEDICIONES A REALIZAR	139
2.5.2.2	FORMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN EL COMPUTADOR	141
2.5.2.3	TRADUCCION DE LA INFORMACION	142
2.5.2.4	CREACION DE UN VECTOR HORARIO	143

2.5.2.5	CREACION DE UN VECTOR DE kW DE DEMANDA REALES	143
2.5.2.6	OBTENCION DE LA DEMANDA MEDIA Y EL CONSUMO MENSUAL A PARTIR DE LOS DATOS MEDIDOS	144
2.5.3	VALIDACION DE DATOS	144
2.5.3.1	PRIMER CRITERIO PARA VALIDAR LOS DATOS ..	144
2.5.3.2	SEGUNDO CRITERIO PARA LA VALIDACION DE DATOS	146
2.5.3.3	TERCER CRITERIO PARA LA VALIDACION DE DATOS	149
2.5.3.4	CRITERIO DE VALIDACION DE LA INFORMACION PARA LOS ESTRATOS 1 Y 2 (31 A 100 kWh/MES Y 101 A 160 kWh/MES)	149
2.5.4	PROCESAMIENTO DE DATOS Y OBTENCION DE LOS PARAMETROS EN BASE A LOS REGISTROS DIRECTOS	150
2.5.4.1	OBTENCION DEL FACTOR DE COINCIDENCIA	150
2.5.4.2	DETERMINACION DE LAS CURVAS DE CARGA CARACTERISTICAS	152
2.5.4.3	OBTENCION DEL FACTOR DE CARGA	154
2.5.4.4	OBTENCION DE RELACIONES ENERGIA-DEMANDA .	155
2.5.5	APROXIMACION DE CURVAS DE RELACIONES DE PARAMETROS	155
2.5.5.1	METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS PARA LA APROXIMACION DE FORMAS LINEALES	157
2.5.5.2	FUNCIONES UTILIZADAS PARA LA APROXIMACION DE LA RELACION ENTRE EL FACTOR DE COINCIDENCIA Y EL NUMERO DE ABONADOS	164

2.5.5.3	FUNCIONES UTILIZADAS PARA LA APROXIMACION DE LA RELACION ENTRE ENERGIA CONSUMIDA Y DEMANDA MAXIMA	166
2.5.6	CONCATENACION ENTRE MEDICIONES Y ENCUESTAS	167
2.5.7	OBTENCION DE RESULTADOS DEL ESTRATO	168
2.5.8	CONCATENACION CON LOS RESULTADOS DE OTROS ESTRATOS Y DE LAS MEDICIONES INTERESTRATOS	168
2.5.9	OBTENCION DE RESULTADOS TOTALES	168
2.5.9.1	PRESENTACION DE RESULTADOS	168
3.	PARAMETROS PARA ABONADOS DE TIPO COMERCIAL	181
3.1	ANALISIS DEL SECTOR COMERCIAL DISTRIBUIDO DE LA E.E.Q.S.A.	181
3.1.1	INTRODUCCION	181
3.1.2	DEFINICION DE ABONADO COMERCIAL	181
3.1.3	ANALISIS DEL SECTOR COMERCIAL	182
3.2	ANALISIS DE LA POSIBLE ESTRATIFICACION DE ESTE SECTOR .	183
3.3	PARAMETROS DESEABLES EN EL ABONADO TIPO COMERCIAL	186
3.4	ENCUESTA TIPO	187
3.5	POSIBLES FORMAS DE PROCESAR LA INFORMACION	187
4.	ABONADOS DE TIPO INDUSTRIAL DISTRIBUIDO DE LA E.E.Q.S.A. ..	193
4.1	ESTRATIFICACION DE ABONADOS INDUSTRIALES DISTRIBUIDOS DE LA E.E.Q.S.A.	194
4.2	CONCLUSIONES BASICAS DEL PROBLEMA DE LA ESTRATIFICACION	199
4.3	PARAMETROS DESEABLES PARA EL ABONADO TIPO INDUSTRIAL ..	199
4.4	ENCUESTAS TIPO COMO ELEMENTO DE PARTIDA PARA LA	

INVESTIGACION DEL ABONADO INDUSTRIAL	200
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	210
REFERENCIAS	216
ANEXO No.1	220
ANEXO No.2	230
ANEXO No.3	236
APENDICE	
MANUAL DE USO DEL PROGRAMA DE COMPUTACION	241
ANEXO A.1	283
ANEXO A.2	294

I N T R O D U C C I O N

La Empresa Eléctrica "Quito" S.A., la Escuela Politécnica Nacional y el FONAPRE, en vista de que los parámetros de demanda utilizados en el medio, no corresponden a valores obtenidos de las características de carga de las reales, firmaron un Convenio mediante el cual se daba inicio a la primera investigación de carga que se realiza en el país.

El impulso dado por estas tres instituciones permitirá conocer los hábitos de consumo de energía eléctrica de los abonados de tipo distribuido dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.. Se ha determinado que los factores de utilización de los transformadores de distribución (T/D) son muy bajos y producen altas pérdidas de potencia y energía y una utilización deficiente de la inversión correspondiente a este rubro, además el continuo crecimiento de las redes de distribución pertenecientes a esta Empresa, y el poco conocimiento de las características de carga no permiten determinar con exactitud la cargabilidad de los mismos.

Debido a esto tampoco se ha podido aplicar políticas de administración de carga en estos, y por otra parte, la planificación del sistema de distribución se hará más fácil al conocer las características de carga reales del medio.

Sin embargo, los costos para realizar la investigación son altos, por lo que hace falta elaborar un estudio preliminar que permita optimizar al máximo la utilización de los pocos recursos

disponibles.

El mejorar las condiciones de operación de los aparatos de una red de distribución exige disponer de los parámetros que determinan la demanda, obtenidos del medio al cual se sirve, ajustado a las costumbres de utilización de energía, a la disponibilidad de artefactos electrodomésticos y a las condiciones climáticas locales.

El obtener estos parámetros requiere de un trabajo de campo (mediciones) y de un proceso de la información medida que deben ser planeadas cuidadosamente para obtener resultados satisfactorios con un mínimo de esfuerzo.

La primera parte del estudio tiene que ver con el análisis estadístico de la población y su finalidad es determinar las características óptimas en cuanto se refiere a representatividad de la muestra para realizar un muestreo en la población procurando obtener una buena representatividad de los resultados y lograr de esta forma una considerable reducción de los costos y tiempo de la investigación. Esta parte del estudio, fue motivo de una investigación conjunta, la cual complementa la tratada en esta tesis ⁽¹⁾. En dicho trabajo, a partir del procedimiento empleado para la estratificación, desarrollado por T. Dalenius y J.L. Hodges, utilizando la afijación de Neyman, se presenta un método permite dividir a la población en pequeños rangos en base a una característica conveniente, consiguiendo de esta manera estratos de población con características de uso de la energía homogéneas. Entonces con el diseño de la estratificación más conveniente, se

pueden abaratar los costos y sobretodo obtener resultados que ofrezcan un grado de confiabilidad preestablecido.

El estudio estadístico, conjuntamente con el planeamiento detallado de las mediciones permitirán optimizar los procedimientos a llevar a cabo logrando establecer un equilibrio entre la magnitud de los costos y la utilidad y representatividad de los parámetros de carga a ser derivados de la investigación.

Sobre estas premisas, en lo que toca este trabajo, se pretende definir los procedimientos a llevar adelante para obtener el mayor provecho de las mediciones a realizar. En este punto hay que decir que se ha planificado tomar los registros de demanda, obtenida mediante el promedio de la carga en un intervalo de demanda, durante cierto número de días de mediciones ininterrumpidas.

OBJETIVOS

A partir de un amplio espectro de parámetros posibles de obtener, el objetivo de este trabajo es definir los datos básicos y las mediciones necesarias para, como fruto de la investigación de carga, determinar cada uno de ellos, encontrando un equilibrio entre magnitud de datos, inversión y beneficios. Se pretende determinar: las mediciones requeridas, los instrumentos a emplear, el contenido de las encuestas a realizar, el procesamiento de los datos de campo para establecer los valores de los parámetros definidos anteriormente y encontrar la manera más adecuada de presentar los resultados.

ALCANCE

La investigación a realizar se extiende a los abonados de carácter distribuido de los tipos residencial, comercial e industrial del área de servicio de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. Dentro de esta se pretende:

- Planear la ejecución del trabajo de campo en mediciones y muestras.
- Definir los procesos necesarios para que, en base a los datos de campo, se determinen parámetros y curvas requeridas para la caracterización de la demanda por abonado y por grupos de abonados en cada uno de los tipos de consumo: residencial, comercial e industrial distribuidos.

CAPITULO PRIMERO

DEFINICION GENERAL DE PARAMETROS A OBTENER

1.1 AMPLIO ESPECTRO DE PARAMETROS.-

1.1.1 INTRODUCCION.-

La definición de parámetros, cualquiera sea el propósito de una investigación, es la base o cimiento del cual debe partir un investigador para alcanzar el objetivo que se ha propuesto.

Debido a que el propósito de la existencia de un sistema de distribución es suministrar la energía requerida por los aparatos que utilizan los consumidores, es esencial el conocimiento de los requerimientos de la carga a servir para realizar apropiadamente tanto el diseño como la planificación del sistema y sus varios componentes.

Para poder realizar el suministro adecuado de la energía, se ha definido una serie de parámetros característicos de cada carga mediante los cuales se determina la calidad de un sistema de distribución y los requerimientos tanto técnicos como de equipos para su correcto funcionamiento limitando al máximo las inversiones que para el efecto se deban realizar.

El objetivo de este capítulo es, por tanto, el definir los principales parámetros utilizados en el diseño y la planificación de sistemas de distribución. Partiendo de un amplio espectro de parámetros, se pretende definir aquellos fundamentales para el propósito de la investigación, esto es, determinar las

características de la carga servida por el sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Quito S.A., de manera de poder realizar una correcta administración de carga en los componentes del sistema.

Interesa de manera especial analizar aquellos parámetros útiles en de la determinación de la cargabilidad más adecuada para los transformadores de distribución, en forma de obtener el mayor provecho de su capacidad de sobrecarga en cuanto no se afecte su vida útil.

1.1.2 AMPLIO ESPECTRO DE PARAMETROS.-

Como paso previo a la definición de los parámetros, hay que comenzar indicando los diversos grupos de parámetros que son utilizados para diferentes objetivos específicos. Entonces se podrán escoger aquellos que sirvan para el objetivo señalado anteriormente.

Considerando abonados de grupos con características homogéneas de utilización de la energía, el total de abonados se puede dividir en tres tipos principales: a) residenciales, b) comerciales y c) industriales.

En el diseño y planificación de redes de distribución que suministran energía a estos tres tipos de abonados, se utilizan una serie de parámetros, muchos de los cuales se mencionan a continuación:

- 1) Carga instalada
- 2) Índices de saturación para distintos tipos de equipos eléctricos como cocina, refrigeradora, televisión, plancha, aspiradora,

licuadora, etc..

- 3) Factor de contribución al pico de máxima demanda para los aparatos eléctricos como los mencionados arriba.
- 4) Demanda máxima esperada para el abonado individual.
- 5) Factor de potencia individual.
- 6) Factor de potencia grupal.
- 7) Factor de crecimiento de la demanda.
- 8) Demanda máxima unitaria proyectada para cierto período de tiempo.
- 9) Factor de coincidencia para un número dado de abonados.
- 10) Factor de diversidad de carga para un determinado número de cargas.
- 11) Demanda máxima diversificada.
- 12) Factor de carga individual diario, mensual, anual.
- 13) Factor de carga grupal diario, mensual, anual, etc..
- 14) Intervalo de demanda.
- 15) Densidad de carga por área de construcción.
- 16) Factor de demanda para distinto tipo de instalaciones como domicilios, negocios, fábricas y otros considerando tanto el tamaño de los locales así como con relación a sus promedios de consumo mensual.
- 17) Densidad de energía por área de vivienda.
- 18) Distancia promedio entre usuarios.
- 19) Hora de ocurrencia de la demanda máxima.
- 20) Día de ocurrencia de la demanda máxima.
- 21) Mes en que ocurre la demanda máxima.
- 22) Horas equivalentes.
- 23) Potencias típicas nominales de diferentes aparatos.
- 24) Factor de potencia típico para distintos equipos.

- 25) Curvas de carga diarias individuales.
- 26) Curvas de carga a nivel de transformador de distribución.
- 27) Relaciones entre demanda y número de horas al día en que ocurre cierto valor de demanda.
- 28) Factor de pérdidas
- 29) Número de horas promedio diarias en las que permanecen encendidos aparatos como: cocina, refrigeradora, plancha, etc.
- 30) Relación entre el número de determinado equipo que posea determinado abonado y su consumo mensual en kW.h/mes. Por ejemplo; número de focos Vs. Consumo mensual de energía.
- 31) Relaciones entre número de equipos y demanda máxima del abonado.
- 32) Relaciones entre ingreso mensual del abonado y consumo mensual en kW.h/mes.
- 33) Consumo mensual Vs. número de habitantes de la residencia.
- 34) Consumo de energía mensual por persona.
- 35) Factores de demanda para cada clase de aparatos.
- 36) Factores de diversidad de carga entre aparatos de la misma clase.
- 37) Curvas de carga mostrando la incidencia de los aparatos conectados.
- 38) Curvas de carga de los distintos equipos.

En este espectro de parámetros, se han incluido muchos que se derivan fácilmente de otros. En el trabajo que se realiza a continuación, no se pretende incluir a todos los parámetros sino solamente a aquellos indispensables para conseguir el propósito antes mencionado.

1.1.3 DEFINICION DE TERMINOS.-

A continuación se presentan las definiciones de algunos términos eléctricos. No se pretende definir todos los existentes, pero si, aquellos que se utilizarán en el desarrollo de este trabajo.

1) DEMANDA (D).-

La demanda de una instalación o un sistema es la carga en los terminales de recepción promediada sobre un intervalo de tiempo (Intervalo de Demanda).

La variable a considerar es la carga y esta puede ser:

- expresada en kilovatios
- expresada en kilovars
- expresada en kVA, en amperios o en alguna otra unidad aplicable a la variable carga.

2) INTERVALO DE DEMANDA (ID).-

Como intervalo de demanda se entiende al espacio de tiempo sobre el cual se promedia la carga para obtener el parámetro demanda.

La demanda no se debe confundir con la carga instantánea, pues la demanda es la carga media que un aparato impone a un sistema promediada sobre un intervalo específico.

Los periodos sobre los cuales se promedia la carga más comunes son 15', 30' o 60'. El escoger un intervalo más corto o más pequeño, o escoger uno más largo se discutirá posteriormente en este trabajo.

La variación de la magnitud de la demanda con el intervalo se puede apreciar en la figura 1.1.

Se debe observar que la demanda impuesta en un ciclo determinado de

carga depende de la coincidencia de los contornos del intervalo de demanda y de las variaciones de la carga.

3) DEMANDA MAXIMA (DM).-

La demanda máxima de un instalación o un sistema, es la mayor de todas las demandas que han ocurrido durante un periodo determinado de tiempo.

Se debe tomar en cuenta que para definir una demanda máxima, se debe definir también el periodo durante el cual la demanda particular es la máxima de todas las demandas, esto es: diariamente, semanalmente, mensualmente, anualmente, etc.

También se debe especificar la forma de observación de la demanda, es decir, en forma integrada (aritméticamente, logarítmicamente) en forma de registros de recaudación (promedio mensual) y otras.

4) DEMANDA DIVERSIFICADA O DEMANDA COINCIDENTE.-

Es la demanda de un grupo compuesto de varias cargas. Es la demanda de todo el grupo promediada sobre un intervalo de tiempo particular. También se puede definir como la suma de las demandas impuestas por cada carga sobre el intervalo particular, para un momento dado.

5) DEMANDA NO COINCIDENTE.-

Es la suma de las demandas de un grupo de cargas sin restricciones en el intervalo al cual cada demanda se aplica.

Las demandas que se consideran usualmente son las máximas demandas individuales; por lo tanto, se hace usualmente referencia a la demanda máxima no coincidente. Como esto es aplicable a un número

particular de cargas, la máxima demanda no coincidente es un indicativo del promedio de la máxima demanda individual.

Existe una diferencia entre la magnitud de la suma de las máximas demandas individuales (máxima demanda no coincidente) y el valor de la máxima demanda coincidente. Esta diferencia se debe a que en un período de tiempo dado (por ejemplo un día) las máximas demandas individuales no coinciden en un mismo momento, sino que se distribuyen de manera aleatoria (pero siguiendo un cierto patrón) dentro del período de tiempo, por lo tanto, en el momento en que ocurre la máxima demanda coincidente no se suman necesariamente todas las máximas demandas individuales, y de ahí que la magnitud de la máxima demanda coincidente es menor, o como máximo, igual que la suma de las máximas demandas no coincidentes.

La demanda máxima no coincidente se aplica usualmente a cargas desconocidas o no registradas en cambio que la demanda máxima coincidente se aplica a cargas conocidas.

6) MAXIMA DEMANDA INDIVIDUAL (DMU).-

Es la mayor de todas las demandas individuales que han ocurrido en un período determinado de tiempo. Dicho período puede ser determinado convenientemente de acuerdo a distintos intereses, así se pueden tener períodos:

- diarios, para obtener curvas de carga diarias,
- mensuales, para determinar meses con condiciones críticas,
- semanales, para obtener datos comparativos,
- anuales, para realizar una proyección de la demanda futura.

7) FACTOR DE DEMANDA (F_{dem}).-

El factor de demanda se define como la razón entre la máxima demanda de un sistema y la carga total conectada al sistema (carga instalada). La carga total conectada al sistema es la suma de las cargas nominales de los aparatos conectados permanentemente al sistema. Este factor es adimensional y menor o igual que la unidad.

El factor de demanda indica el porcentaje de carga conectada que está operando simultáneamente. Se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$F_{dem} = \frac{\text{Máxima demanda}}{\text{Carga instalada}} \quad (1.1)$$

Este factor se utiliza típicamente para consumidores individuales. Se puede encontrar valores típicos de factor de demanda para distintos tipos de consumidores, así por ejemplo, un consumidor que posea una vivienda pequeña tendrá un factor de demanda alto, pues en la hora de demanda máxima casi toda la carga instalada estará operando con sus valores nominales de potencia activa. En general se puede decir que cuanto mayor sea la carga instalada, menor será el factor de demanda, para un abonado residencial.

8) FACTOR DE CARGA (F_{car}).-

El factor de carga se define como la razón entre la carga media promediada en un determinado periodo de tiempo y la carga pico que ocurre en dicho periodo.

La carga pico en esta definición se entiende usualmente como la

máxima demanda, al igual que la carga media, como demanda media. Este factor es menor que la unidad.

Básicamente el factor de carga indica el grado con el cual el pico de carga esta sustentado durante un periodo.

Matemáticamente se puede expresar como:

$$F_{\text{car}} = \frac{\text{Demanda media}}{\text{Demanda máxima}} \quad (1.2)$$

La demanda media usualmente se obtiene como una función de la energía consumida en un cierto periodo de aplicación del concepto (Ver ecuación 1.30)

Este factor es adimensional y se puede aplicar a todo tipo de potencia, tanto activa, reactiva y aparente, sin embargo se aplica usualmente a la potencia activa.

Para definir correctamente el factor de carga, por tanto, se debe especificar: el intervalo de demanda, el periodo para el cual se aplican la carga media y la carga máxima, la manera de medir la máxima demanda y la variable de carga considerada (kilovatios, kilovoltamperios, etc.).

9) CURVAS DE CARGA.-

Es una curva que grafica la relación Potencia Vs. Tiempo, que muestra el valor de una carga específica para cada unidad del periodo cubierto. Mediante esta curva se puede obtener una idea muy clara de lo que está pasando en el sistema. Además se obtiene una característica muy importante que es la energía consumida por

el sistema (área bajo la curva).

Se debe tener en cuenta el intervalo sobre el cual se promedia la carga, este se puede escoger de acuerdo a las conveniencias del estudio. De igual forma el periodo de tiempo que se tome para graficar las curvas debe ser escogido tomando en cuenta lo que se quiera investigar.

Obtener este tipo de curvas es algo fundamental en cualquier estudio de sistemas de distribución y es por esto que se tienen curvas de carga diarias, mensuales, anuales.

En estas curvas se basan las distintas investigaciones que se pueden realizar y de las mismas se derivan todos los parámetros útiles en el diseño de redes de distribución.

Para el tipo de estudio que se realiza en este trabajo, nos interesan curvas de carga diarias, y a partir de estas, obtener parámetros también diarios que justifiquen el propósito de este trabajo que es principalmente la administración de carga en los transformadores. Es evidente que curvas de carga anuales o mensuales pueden ser de interés sobretodo en lo que se refiere a la proyección de la demanda.

10) CURVAS ENERGIA UTILIZADA Vs. TIEMPO.-

Este tipo de curvas grafican la relación Energía utilizada (o consumida) Vs. Tiempo y muestran la energía utilizada en una unidad del período total cubierto. Estas curvas se pueden obtener de las curvas de carga y constituyen un complemento adecuado cuando se necesita obtener picos de energía máxima consumida así

como la distribución de la demanda por tiempos de duración. Estas curvas serán importantes en el diseño de la operación de un sistema.

11) FACTOR DE DIVERSIDAD (Fdiv).-

Al factor de diversidad se le define como la razón entre la suma de las máximas demandas individuales de las diferentes partes de un sistema y la demanda máxima del sistema entero, es decir visto como un todo.

El factor de diversidad de una parte de un sistema se define como la razón entre la suma de las máximas demandas individuales de las diferentes subdivisiones de la parte del sistema y la máxima demanda de la parte del sistema bajo consideración. Este factor es mayor o igual a la unidad y será unitario cuando las máximas demandas individuales ocurren simultáneamente o coinciden. Este factor es adimensional. Se puede expresar como sigue:

$$F_{div} = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{D_{1,2,\dots,n}} \quad (1.3)$$

12) FACTOR DE COINCIDENCIA (Fcoin).-

Es la razón entre la demanda total coincidente máxima de un grupo de consumidores y la suma de las máximas demandas de potencia individuales de grupo, ambas tomadas en el mismo punto de suministro y al mismo tiempo. El factor de coincidencia es el recíproco del factor de diversidad. Es adimensional y se puede expresar como:

$$F_{\text{coin}} = \frac{D_{1,2,3,\dots,n}}{D_1 + D_2 + \dots + D_n} = \frac{1}{F_{\text{div}}} \quad (1.4)$$

13) DIVERSIDAD DE LA CARGA (LD).-

La diversidad de la carga es la diferencia entre la suma de los picos de dos o más cargas individuales y el período de la carga combinada. Este parámetro está expresado en las unidades en las que se compara la demanda:

$$LD = (D_1 + D_2 + \dots + D_n) - D_{1,2,n} \quad (1.5)$$

14) FACTOR DE CONTRIBUCION (Cn).-

Cn es el factor de contribución de la carga n y se define como la contribución de la carga n a la máxima demanda del grupo y se expresa en por unidad de la máxima demanda individual de la carga n. Así:

$$D_{1,2,3,n} = C_1 D_1 + C_2 D_2 + \dots + C_n D_n \quad (1.6)$$

Este factor es equivalente al factor de variación horaria.

En los párrafos anteriores, (11), (12), (13) y (14), se debe especificar claramente el número de consumidores para los cuales se aplica el concepto, es decir, recalcar en la definición el número "n", pues mientras mayor sea este número los factores de coincidencia tenderán a cierto valor de acuerdo con las

características de las cargas bajo estudio.

15) DEMANDA DIVERSIFICADA (DMD).-

Con referencia a las demandas diversificada o a la no coincidente, la expresión:

$$D_{1,2, \dots, n}$$

que es el numerador de la ecuación 1.4 es la máxima demanda diversificada o la máxima demanda coincidente, mientras que la expresión:

$$D_1 + D_2 + \dots + D_n$$

es la máxima demanda no coincidente.

Las expresiones 1.3 y 1.4 se pueden expresar en unidades de demanda por número de cargas (n), dividiendo tanto el numerador como el denominador de dichas ecuaciones para el número de cargas (n).

La ventaja de este procedimiento (por unidad), es que a partir de un número conveniente de muestras, se pueden obtener factores de coincidencia que corresponderán a un número mayor de consumidores. Con esto se quiere decir que no es necesario obtener datos de todos los abonados, sino solamente de algunos abonados para generalizar de esta forma los valores de los factores de coincidencia, pues se sabe que estos tienden a un valor constante cuando el número (n) es un valor alto.

16) FACTOR DE PERDIDAS (Fls).-

El factor de pérdidas se define como la razón entre la potencia media perdida y el pico de potencia perdida durante un período especificado de tiempo. Este factor indica el grado al cual las pérdidas de carga dentro de un aparato y durante el pico de carga, se mantienen durante el período en el cual se consideren las pérdidas.

Aunque el factor de pérdidas generalmente no se puede expresar en función del factor de carga, los valores limitantes de la relación se pueden establecer con la ayuda de la figura 1.2.

Las curvas de carga representadas por las figuras 1.4 y 1.5, son tales que duración del pico de carga (x), es (t), y para el período restante de tiempo, (T - t), el valor de la carga es de (y) unidades.

x = carga pico de duración t

y = carga mínima de duración T - t

Habiendo establecido condiciones funcionales entre factor de pérdidas y factor de carga, se puede dibujar curvas como la figura 1.2; a un factor de carga igual a la unidad, el factor de pérdidas también es unitario y, si el factor de carga se aproximará a cero el factor de pérdidas seguiría la misma tendencia. Mientras tanto a valores intermedios de factor de carga, el factor de pérdidas está en algún punto entre el factor de carga y el factor de carga al cuadrado.

De forma aproximada el factor de pérdidas se puede expresar en función del factor de carga como sigue:

$$F_{ls} = A * F_{car} + (1-A) * F_{car}^2 \quad (1.7)$$

NOTA: Para determinar el coeficiente A, se debe hacer un estudio especial en base a la definición dada en los párrafos anteriores.

17) HORAS EQUIVALENTES (Hreq).-

El concepto de horas equivalentes se puede definir como "el número promedio de horas que se debe mantener al pico de carga para obtener el mismo resultado de energía consumida que resulta de una carga variable". Con esto se quiere decir que el ciclo de carga es cambiado de uno de carga variable a otro ciclo correspondiente a una función paso, la cual resulta tener el mismo factor de carga. Las horas equivalentes están dadas por:

$$H_{req} = \text{Factor de Carga} \times t. \quad (1.8)$$

donde t representa el período para el cual se ha definido el Factor de Carga expresado en horas.

La definición de Horas Equivalentes se puede aplicar también al Factor de Pérdidas definiendo el concepto como el promedio de horas diarias que se debería mantener el pico de carga para que se pierda el mismo valor de energía que resultaría de una carga variable, es decir, el ciclo de carga se cambia de uno en el cual la carga varía a otro en el cual la carga se expresa como una función paso, la cual tiene el mismo Factor de Pérdidas. De esta manera, las Horas Equivalentes se pueden expresar como:

$$H_{req} = \text{Factor de Pérdidas} \times 24 \quad (1.9)$$

18) FACTOR DE POTENCIA (Fp).-

El factor de potencia se define como la razón entre potencia activa y potencia aparente, esto es:

$$F_p = \frac{P}{S} \quad (1.10)$$

Sin embargo cuando se aplica el concepto a sistemas polifásicos balanceados en los cuales el voltaje y la corriente son sinusoidales y se considera un sistema balanceado en un análisis por fases, el factor de potencia se expresa como:

$$F_p = \cos(\theta - \varphi) = \cos\theta \quad (1.11)$$

donde θ y φ son los ángulos de fase del voltaje y la corriente respectivamente, y donde θ representa el ángulo de desfasaje de la corriente con respecto al voltaje.

Si resulta necesario considerar el factor de potencia en un punto cercano a los consumidores, entonces podría considerarse que el factor de potencia del grupo de cargas corresponde al factor de potencia de la carga individual (consumidor). Esto es erróneo, puesto que el factor de potencia del grupo no representa el factor de potencia de las cargas individuales, pues se sabe que las cargas individuales cambian continuamente. El asumir que el Factor de Potencia de un grupo se puede aplicar a las cargas individuales es asumir que las potencias totales activa y aparente, están distribuidas uniformemente a lo largo del alimentador. Es más razonable obtener un promedio del Factor de Potencia que obtener el Factor de Potencia a una determinada condición de carga.

Sin embargo, en grupos de abonados en los que se espera tener carga bastante similar y de alto Factor de Potencia, como en los abonados de tipo residencial, el asumir que el Factor de Potencia del grupo corresponde a los de los individuos, es acertado, pues no tiene mucho sentido el hablar de variaciones del Factor de Potencia con la variación de la carga, debido a las características resistivas de esta.

19) FACTOR DE CRECIMIENTO DE LA CARGA (L_n).-

Si se conoce la tasa de crecimiento de la carga, entonces se puede proyectar la carga futura mediante la siguiente fórmula:

$$L_n = (1 + r)^n \quad (1.12)$$

L_n = Carga después de n períodos en por unidad de la carga inicial.

r = tasa de crecimiento periódica de carga en por unidad.

n = número de períodos.

El factor de crecimiento de la carga es de primordial importancia en el diseño económico de una red y tendrá una influencia substancial en el diseño eléctrico y mecánico del sistema.

Este factor influirá en el diseño de las capacidades de los transformadores tanto como determinará las condiciones de capacidad que deberán soportar los alimentadores.

Se puede considerar a un año como un período de proyección de la demanda conveniente para determinar el parámetro r . Los estudios que se realicen para obtener este parámetro (r), corresponden sólo al ámbito de la ingeniería, sino también a factores de orden económico-social, que influirán definitivamente en los hábitos de consumo de un abonado.

20) FACTOR DE SATURACION (FSan).-

El Factor de Saturación se aplica a un determinado artefacto en estudio, por ejemplo, cocina, plancha, focos, etc., y representa el porcentaje de abonados de un determinado grupo que poseen el aparato en estudio.

21) CARGA INSTALADA (CI).-

Como Carga Instalada en una determinada edificación se a la suma de las potencias nominales de todos los aparatos factibles de conectar en dicha edificación.

Con los parámetros descritos anteriormente se puede encontrar otro gran número de nuevas relaciones y definiciones. Sin embargo sólo interesan los que se ha mencionado para poder trabajar con conceptos claros y simples, de forma que la definición de cada parámetro se pueda aplicar correctamente en la obtención de los parámetros a partir de los datos de campo y las encuestas. En el procesamiento de la información importará mucho cada una de las definiciones mencionadas, sobretodo las de aquellos parámetros importantes como la demanda, el factor de coincidencia, el factor de carga y otros.

1.2 CRITERIOS PARA LA SELECCION DE PARAMETROS

1.2.1 ORIENTACION Y OBJETIVOS.-

En el punto anterior se ha detallado una lista de parámetros que son utilizados de una u otra forma en el diseño o planificación de los sistemas de distribución. Sin embargo, todos ellos se derivan obviamente de las características de utilización de la energía que poseen los abonados.

En esta investigación es importante medir o encuestar ciertas características de los abonados, pero deben ser tales que permitan desarrollar fácilmente cada uno de los parámetros que se han detallado. Dentro de este punto, se ha considerado necesario muestrear a la población, por eso, dentro de este numeral se incluye un breve análisis de lo que es el muestreo. Por otra parte, la orientación de las mediciones deberá estar enfocada a obtener las características básicas de la carga con miras a realizar una correcta administración de carga en los transformadores de distribución y obtener de manera general parámetros útiles en el diseño y planificación de redes, para lograr esto se ha considerado conveniente hacer un análisis breve de los métodos de estimación de la demanda y de los parámetros que se requieren para su determinación.

Además, la investigación a realizar deberá efectuarse de manera que los costos se reduzcan al mínimo sin afectar los resultados a ser obtenidos, es decir, se debe tener muy en cuenta el aporte estadístico a la investigación de forma que los resultados sean obtenidos con el mínimo costo y esfuerzo.



1.2.2 METODOS DE MUESTREO.-

Considerando que representaría un gasto muy grande de dinero el obtener las características de carga de cada abonado, para luego obtener a partir de estas las del sistema, se debe considerar en la investigación la posibilidad de muestrear el total de abonados.

1.2.2.1 DEFINICION DE MUESTREO.-

El muestreo es un método científico que pone en práctica principios matemáticos que permiten hacer generalizaciones acerca de toda la población o de determinada clasificación, examinando cuidadosamente a unos pocos elementos de ellos, debido a que los costos para implementar un estudio para cada componente de la población es prohibitivo.

1.2.2.2 NECESIDAD DEL MUESTREO EN UNA INVESTIGACION DE CARGA.-

El muestreo es necesario para mantener dentro de límites prácticos el costo de una investigación de cualquier carga que involucre un amplio número de consumidores, como sucede en los abonados tipo residencial, pequeños industriales y pequeños comerciales. El muestreo también es necesario en estudios dentro de tipos de consumidores para determinar parámetros de aparatos eléctricos comunes como cocinas, calentadores de agua, planchas, duchas eléctricas, etc..

Existen métodos estadísticos que permiten estimar un tamaño de muestra que represente a la población mediante un estimativo de las características de variabilidad de la misma. Con la ayuda de estos métodos y mediante la definición de una característica adecuada, es decir una cualidad común a todos los elementos de la población, se diseña el tamaño más apropiado de la misma. La característica

escogida deberá ser tal que presente la menor variabilidad respecto a los datos que se vayan a obtener y derivar del estudio.

1.2.2.3 SELECCION DE LAS MUESTRAS .-

Las muestras tienen que ser seleccionadas cuidadosamente para asegurar la validez de los datos a obtenerse de la investigación. El escoger una muestra improvisadamente o precipitadamente puede afectar gravemente al costo de la investigación. Cuando los resultados de la muestra se presentan infladas o sobrepesadas a las correspondientes proporciones del sistema, cualquier error se magnifica en el proceso de expansión.

En la aplicación práctica de la teoría del muestreo para estudios de carga, se debe utilizar el sentido común para asegurar resultados representativos. La **representatividad** significa que los resultados del muestreo reflejen apropiadamente las características del total de la población. Aunque una muestra puede ser típica de algún sector del total, no se le considera representativa a menos que los resultados del muestreo revelen características similares a aquellas del total, dentro de un determinado rango de error.

Por tanto se deben seleccionar como muestras a un número suficiente de abonados, típicos de la carga bajo estudio de manera que, los valores unitarios o promedios por consumidor de demanda, energía consumida, factor de carga y factor de coincidencia sean representativos de la clase bajo estudio.

Mediante la evaluación de ciertos índices estadísticos se puede estimar el tamaño de muestra requerido para obtener un determinado grado de precisión. Para determinar el tamaño óptimo de la muestra hay que tomar en consideración algunos aspectos como:

La técnica estadística, que determina mediante fórmulas especiales el tamaño óptimo de la muestra.

Los recursos económicos, financieros y de personal con las que se cuenta, debido a que estos influyen en el tamaño máximo de la muestra.

Los resultados esperados de la muestra.

1.2.2.4 METODOS DE MUESTREO.-

Considerando lo mencionado anteriormente y según investigaciones de carga realizados por compañías norteamericanas (1)(3), se pueden aplicar 2 métodos de muestreo:

- a) Muestreo Aleatorio
- b) Muestreo Estratificado.

A) MUESTREO ALEATORIO.-

En el muestreo aleatorio se escojen un número suficientemente grande de muestras aleatorias las cuales, en conjunto, se espera que produzcan valores promedio reales de todos los consumidores de una determinada clasificación de la cual la muestra haya sido escogida.

Como la teoría del muestreo estadístico se basa en la aleatoriedad de la muestra, es necesario definir que una muestra aleatoria es aquella compuesta por unidades cada una de las cuales tiene una probabilidad igual, que todas las otras unidades del universo, de ser escogida como elemento de la muestra. Cuando se ignora este principio la validez de los resultados a obtener se ve seriamente afectada.

El muestreo aleatorio se utiliza cuando se dispone de un número suficiente de abonados de prueba para producir resultados

estadísticamente estables en todo el rango del universo. Los valores cuantitativos de las características de carga de la clasificación total se derivan mediante la expansión de los valores promedios de la muestra.

El método de la selección aleatoria está determinado por el número de abonados totales que se tengan, la manera en la cual se graben los registros, la forma en la cual se facturen los consumos de energía y por otros procedimientos de la empresa para la cual se realiza la investigación. Se recomiendan algunos métodos para generar una muestra aleatoria. Un método fácil es aquel que depende del número total N de unidades en el universo y el número de unidades n en prueba. Este procedimiento supone que N se puede expresar como el producto de 2 enteros K y n de forma que $N = K n$, entonces, para definir, los n elementos de la muestra, se toma como la primera unidad a un número aleatorio i que sea menor que K , y de allí en adelante se selecciona la unidad con el número de serie correspondiente a $i, i+K, i+2K, \dots, i+(n-1)K$ conformando de esta manera una muestra de n unidades.

Esta forma de selección se basa en la suposición de que la lista de unidades es aleatoria, es decir, no tiene patrón alguno en la forma en que se ha configurado.

El valor de n depende del número total de abonados en el universo bajo estudio y del número de abonados requeridos para obtener resultados adecuados y estadísticamente estables.

B) MUESTREO ESTRATIFICADO.-

En el método de muestreo estratificado se requiere realizar una partición del universo a ser estudiado en subdivisiones o grupos

estratos, sobre la base de alguna característica pertinente de control. La selección de la muestra se realiza de igual forma que para el muestreo aleatorio pero para cada subdivisión del total. El número de muestras en cada subgrupo debe ser representativo del total de la subdivisión y de un tamaño suficiente para proporcionar resultados estadísticamente estables para esa subdivisión. El muestreo estratificado es un procedimiento que permite reducir la variabilidad de las muestras de todos los estratos de la población. Es preferible utilizar este método cuando es posible partir a un determinado universo en grupos que posean una característica similar aplicable a cada uno y cuando se requieren detalles de formas de ciertos parámetros como factor de coincidencia de cargas comerciales como oficinas de edificios, o la relación entre la demanda y la energía consumida. Este tipo de muestreo es preferible por cuatro razones:

- 1) Mientras más fina sea la estratificación más homogéneas serán las características de cada elemento de cada subgrupo, y por ende se pueden conseguir mejores resultados.
- 2) Una muestra pequeña provee generalmente resultados más confiables.
- 3) Cada subdivisión puede ser tratada como un universo separado y sus valores estadísticos se pueden estudiar separadamente.
- 4) Los costos del estudio serán reducidos, pues el tener tamaños de muestras mas pequeñas se consigue versatilidad en los procedimientos a realizar en la investigación.

NOTA: En el caso de la investigación que se está realizando, se ha escogido como método de muestreo el estratificado aleatorio debido a la limitación los recursos económicos de que se dispone.

Si se considera que cada registrador a utilizar para cada unidad (abonado) cuesta alrededor de los U.S.\$1000,00 entonces este hecho se convierte en el principal limitante de la selección del tipo de muestreo.

Por tanto, se requiere de muestras que sean relativamente pequeñas, pero que a pesar de eso, proporcionen resultados estadísticamente estables. Por otra parte, las características de la investigación a realizar permiten muestrear al total en periodos de tiempo largo, lo cual sugiere realizar la investigación en periodos consecutivos de tiempo sin afectar los resultados.

El tema de la estratificación se discute ampliamente en el trabajo de la referencia (1).

1.2.3 METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA DE DISEÑO.-

Los sistemas de distribución son diseñados en base a ciertas características de la carga que mediante estas se sirven. Dichas características se ven reflejadas en los parámetros de carga. Sin embargo de que todos los parámetros revisten una importancia especial en el diseño de las redes, el más utilizado o, el obligatoriamente utilizado es el de demanda máxima. Mediante este parámetro se calculan las corrientes de carga máximas y los requerimientos máximos que, en operación normal debe soportar una determinada instalación, de ahí su importancia. Para la estimación de la demanda máxima, existen varios métodos que se basan en los conceptos y definiciones de los parámetros de carga, debido a esto es conveniente dar un vistazo a los más importantes.

El presente análisis no pretende describir cada método para la estimación de la demanda, sino enumerar aquellos que son más

utilizados en nuestro medio. Sólo de esta manera se podrá orientar la investigación hacia su real propósito, es decir influenciar positivamente en el diseño y planificación del sistema de distribución y sobre todo en la adecuada administración de carga de transformadores de distribución.

Existen muchos métodos para la estimación de la demanda máxima tanto unitaria como diversificada. Sin embargo estos métodos pueden catalogarse básicamente en dos grupos:

- Aquellos que relacionan la demanda con la carga instalada y,
- Los que relacionen el consumo de energía con la demanda. *

1.2.3.1 METODOS QUE ESTIMAN LA DEMANDA A PARTIR DE LA CARGA INSTALADA.-

METODO DE LA EMPRESA ELECTRICA " QUITO " S.A.

La Empresa Eléctrica Quito S.A., para determinar la máxima demanda diversificada de un grupo de abonados, clasifica a la población servida en varios tipos de usuarios (A,B,C,D, y E). Esta división es realizada en base a ciertos parámetros que relacionan la división del suelo y el tipo de vivienda. Estos parámetros son: área mínima por lote. Entonces, la Empresa ha establecido un cierto tipo, número y potencia nominal (P_n) de aparatos eléctricos y de alumbrado, determinando en esta forma, la carga instalada (CI) para el abonado de máximas posibilidades, para cada tipo de usuario. A partir de la carga instalada (CI), se determina la máxima Demanda Unitaria (DMU: "Valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es suministrada por la red al consumidor individual") a través del Factor de Frecuencia de uso (FFUn: "Porcentaje del número de usuarios que se considera que

disponen del artefacto correspondiente, dentro del grupo de consumidores") y del Factor de Simultaneidad (FSn: "Porcentaje de incidencia de la carga considerada en la demanda coincidente durante el periodo de máxima sollicitación"), mediante la siguiente expresión:

$$DMU = P_n \times FFUn \times 0.01 \times F_{Sn} \times 0.01 \quad (1.13)$$

n = número total de equipos o aparatos considerados para el abonado representativo.

Para la determinación de la Máxima Demanda Diversificada (DD), de N abonados; la correlación, con la máxima demanda unitaria, está establecida a través del Factor de Diversidad (FD), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$DD = DMU \times N/FD \quad (1.14)$$

Los valores del factor de diversidad se presentan tabulados como función del tipo y número de abonados.

METODO DEL EDISON ELECTRICAL INSTITUTE (E E I)

Este método establece, en forma de gráfico, los valores de máxima demanda diversificada como función del número de aparatos, para diferentes cargas de uso doméstico. Estas curvas son la representación del Factor de Coincidencia (Fcoin) para cada tipo de aparatos en función de el número de estos.

Para la estimación de la Máxima Demanda Diversificada de N abonados: debe determinarse, en primer lugar, el número de equipos (Ne) que existen dentro de los N abonados a través del Factor de Saturación (FSan: "Porcentaje de los abonados que tienen el equipo en estudio") de cada tipo de equipo. A continuación se determina la Máxima Demanda Diversificada con el número de equipos.

Para determinar la Máxima Demanda Diversificada a la hora de máxima demanda se emplea el Factor de Variación Horaria (FVHn: "Relación en por unidad entre la demanda horaria respecto de la máxima demanda diaria, para cada clase de equipo") Valor que viene dado en forma tabulada, para cada tipo de equipo.

La Máxima Demanda Diversificada Total de N abonados (MDDN) se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$MDDN = N \times MDDn \times FVHn \quad (1.15)$$

1.2.3.2 METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA A PARTIR DEL CONSUMO DE ENERGIA.-

Mediante estos métodos se establecen relaciones entre la energía consumida por un abonado de determinado tipo y su demanda máxima. Luego, se aplica factores de diversidad o de coincidencia para determinar la máxima demanda diversificada para un cierto número de abonados de ese tipo.

METODO QUE UTILIZA CURVAS ENERGIA-DEMANDA MAXIMA Y CURVAS DE FACTOR DE COINCIDENCIA.-

Este método utiliza curvas o también nomogramas, como los que se encuentran en las figuras 1.6, 1.7, y 1.8. La figura 1.6 muestra una relación típica entre el consumo de energía y la demanda máxima por consumidor (DMU) mediante la cual a partir de un dato que generalmente se conoce, como el consumo facturado, se puede encontrar fácilmente la máxima demanda (DMU) para el abonado, relacionando los valores de la abscisa y la ordenada.

Conociendo el valor de la demanda máxima unitaria, se procede a determinar el valor de la demanda diversificada mediante la utilización de curvas de factor de coincidencia como la mostrada en

la figura 1.7. En esta figura, dibujada para un determinado rango de consumo de kWh, se relaciona el valor del factor de coincidencia Vs número de abonados, habiéndose determinado dicho valor del factor de coincidencia, se procede a calcular la demanda diversificada de la siguiente forma:

$$DMD = N \times DMU \times F_{\text{coin}} \quad (1.16)$$

donde:

DMD : Demanda Máxima Diversificada para N abonados

N : Número de abonados

DMU : Demanda Máxima Unitaria

F_{coin} : Factor de coincidencia para N abonados

Este proceso se puede simplificar utilizando un nomograma como el mostrado en la figura 1.8. En este, para estimar la demanda diversificada de N consumidores de un mismo tipo, se debe escoger dicho número en la recta numerada izquierda, luego se debe escoger en la recta numerada derecha el consumo promedio de energía consumida durante un determinado período de cada consumidor y luego, trazando una recta entre 2 puntos escogidos, determinar la Demanda Máxima Diversificada para un transformador de distribución que pueda servir a tal número de abonados de ese tipo.

METODO DE LA REA (INECEL).-

Este método, prevé para la determinación de la demanda diversificada, la utilización de dos factores, A y B, los mismos que se derivan del siguiente análisis:

Según la referencia (8), se ha encontrado que, si se grafica la relación entre kWh/mes/kW y número de abonados, resultando la

ordenada una medida de la diversidad, se pueden determinar, utilizando métodos de regresión adecuados familias de curvas como las que se muestran en la figura 1.9.

Se puede apreciar, que estas curvas tienen la misma forma y un solo nivel a partir de aproximadamente 1400 consumidores. Cualquier punto en cualquier curva se puede indentificar como un porcentaje dado del máximo valor de kWh / mes / kW para esa curva. Por ejemplo, usando un número de consumidores dado, un punto el cual está un 50% por debajo del máximo en una curva, deberá estar el 50% por debajo del máximo para cualquier otra curva en la familia de curvas.

Para encontrar el máximo para cualquier curva en la familia fue necesario encontrar algunas relaciones entre los valores máximos de las 3 curvas dibujadas. Los 3 puntos máximos parecen formar una línea recta en un papel con escalas log-log, pero se necesitan más puntos para verificar esta suposición. Esto fue realizado haciendo un diagrama kWh / mes / kW Vs. kWh / mes / consumidor para todas los puntos sobre los 1400 consumidores (figura 1.10) donde el efecto de la tercera variable, consumidores es constante, como se muestra en la figura 1.9.

Una curva dibujada a través de estos puntos mediante el método de "movimiento de promedios", verifica la suposición previa de que los puntos máximos forman uan línea recta en un papel logarítmico.

(8)

Para calcular los kW de demanda, Stanley J. Vest sugiere utilizar dos factores A y B, de manera que los kW de demanda son:

$$kW = A \times B \quad (1.17)$$

donde:

$$A = \frac{\text{No. consumidores}}{\text{porcentaje del máximo}}$$

$$B = \frac{\text{kWh/mes/consumidor}}{\text{máximo kWh/mes/kW}}$$

A se puede encontrar fácilmente a partir de la figura 1.9 y B se puede estimar a partir de la figura 1.10.

El factor A refleja el mejoramiento en la diversidad resultante de un incremento del número de consumidores. El factor B refleja el consumo de energía y es el valor de kW de demanda promedio por consumidor esperado en una S/E en condición de máxima diversidad (más de 1400 abonados). Este factor refleja el mejoramiento en el factor de carga con el incremento en el uso de energía.

Ejemplo de cálculo:

** Calcular la máxima demanda que se espera de un grupo de 200 abonados cuyo promedio de consumo mensual de energía sea 500 kWh / mes.

Como se ha mencionado anteriormente, los kW de demanda diversificada se pueden calcular mediante la fórmula 1.17. De la figura 1.9, utilizando la curva superior, es decir la que corresponde al rango de 401 a 600 kWh/mes/abonado, se determina que para 200 abonados, en dicha curva se tiene un valor de 320 kWh/mes/kW y siendo el máximo, para esta curva, 350 kWh/mes/kW, resulta ser que el porcentaje del máximo es:

$$320/350 = 0.914$$

dividiendo 200 para este porcentaje se obtiene el factor A, esto es:

$$200/0.914 = 218 = \text{factor A}$$

Para determinar el factor B, se tiene que utilizar la curva mostrada en la figura 1.10. En este caso para un valor de 500 kWh/mes/abonado, se tiene un valor de aproximadamente 345 kWh/mes/kW, esto es, aplicando la fórmula del factor B:

$$500/345 = 1.45 = \text{factor B}$$

Entonces la demanda máxima diversificada será:

$$\text{kW} = 218 \times 1.45 = 316.1 \text{ kW.}$$

Existen diversas formas de presentar los factores A y B, una de ellas es la que se ha mencionado anteriormente, otra es la presentación de nomogramas como el mostrado en la figura 1.11, otra la presentación de tablas para cada factor; sin embargo, la forma más adecuada y de más fácil utilización es la presentación de fórmulas que encierran todo el procedimiento antes indicado. Estas son las siguientes:

$$\text{factor A} = C[1 - 0.4C + 0.4(C^2 + 40)^{1/2}]$$

$$\text{factor B} = 0.005925 E^{0.885}$$

donde:

C : número de abonados

E : consumo en kWh/mes/abonado

Para la realización de estas curvas (fig.1.10 y fig.1.11), se necesitan datos de periodos de tiempo relativamente largos provenientes de subestaciones (S/E) que sirvan a un determinado tipo de abonado más o menos uniforme (8).

Esta información en nuestro medio es difícil de obtener y considerando que en muchos casos dentro de la ciudad los alimentadores sirven a abonados que tienen distinto uso de energía, entonces no se podría realizar un estudio de esta naturaleza, salvo en casos en las que el número de abonados servidos por una S/E o

incluso por un primario, sea alto y presente características de uso de energía similares.

En caso de querer utilizar este método se deberán hacer muestras del 25% ⁽⁸⁾.

El método de Stanley J. Vest se utiliza para proyección de carga en sistemas rurales de U.S.A. donde su aplicación es muy adecuada.

1.2.3.3 OTROS METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA.-

METODO DE LA SUPERFICIE DEL LOCAL.-

Consiste en asumir un valor de vatios/m², en base a comparaciones con locales de similares características. Por tanto, la demanda máxima unitaria dependerá del área total de construcción a servir así como de las características socioeconómicas del abonado. de acuerdo a estos parámetros se puede realizar una comparación con otras instalaciones existentes de las que se conoce el valor de vatios de Máxima Demanda por metro cuadrado de construcción.

La Demanda Diversificada se calcula aplicando curvas de factor de coincidencia Vs. número de abonados.

METODOS DE ESTIMACION EN ABONADOS TIPO INDUSTRIAL.-

Existen varios métodos para estimar la demanda, las mismas que se pueden clasificar de acuerdo a la forma de obtención de datos en: mediciones de campo o mediante estudios estadísticos. Y, de acuerdo al sistema en estudio, pueden ser:

- Para determinar los parámetros de carga en un sistema industrial existente, se hacen mediciones de campo y,
- Para sistemas nuevos se determinan las características de carga recurriendo a análisis estadísticos, es decir, a la comparación de estos con otros sistemas industriales existentes.

METODO DE COMPARACION CON SISTEMAS INDUSTRIALES EXISTENTES.-

Para la correcta aplicación de este método, la condición primordial será que se tenga gran similitud entre el sistema ya existente y el nuevo sistema en estudio. Esta forma de estimación requiere de tablas o curvas de diversificación de industrias ya analizadas, las cuales contendrán datos que sirvan para estimar la demanda del nuevo sistema en estudio.

CALCULO BASADO EN LA CARGA INSTALADA Y EL FACTOR DE DEMANDA.-

Se determina la Demanda máxima Unitaria, a través del factor de demanda y la carga instalada, aplicando la relación:

$$DMU = CI \times FDEM \quad (1.19)$$

METODO DE LAS HORAS EQUIVALENTES.-

En este método se utiliza el término "horas equivalentes" que se define como: "El tiempo, en el que la demanda máxima producirá la misma energía" ⁽⁶⁾. Luego se cumple que:

$$He = t * Fcar \quad (1.20)$$

$$He = t * D \text{ media} / D \text{ máxima} \quad (1.21)$$

Donde Fcar, es el factor de carga, que se define como la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima, sabiendo también que la demanda promedio es el número de kWh consumidos durante un periodo, divididos por el número de horas de ese periodo. Tomando entonces, como base las horas equivalentes, se determina el valor de la demanda máxima a partir de :

$$DM = E / He \quad (1.22)$$

1.2.4 LOS PARAMETROS DE CARGA, SU IMPORTANCIA Y UTILIZACION.-

1.2.4.1 LA DEMANDA MAXIMA.-

La demanda máxima es una característica de la carga que repercute directamente en el dimensionamiento, diseño y planificación de un sistema de distribución. Se la puede obtener mediante registros periódicos de la carga en el sistema, un ejemplo de ello es la investigación que se va a realizar.

Debido a que la Demanda Máxima se emplea directamente en una serie de parámetros, es de fundamental importancia obtenerla. Este parámetro aparece en los factores de carga, de demanda, y de diversificación (coincidencia), de forma que el conocimiento de estos parámetros pueden conducir a determinar la Demanda Máxima con el mismo grado de exactitud con el que se hayan determinado dichos factores.

Las pérdidas en un sistema son una función de la Demanda Máxima. Las pérdidas máximas de potencia están en función de la demanda máxima. A nivel de distribución de energía eléctrica es aceptado que:

$$F_{per} = A \times F_{car} + B \times F_{car}^2 \quad (1.23)$$

donde $A + B = 1$ y en el caso práctico, a pesar de que no se han determinado valores exactos para las variables A y B se pueden aceptar valores como los expresados en la siguiente ecuación:

$$F_{per} = 0.111 \times F_{car} + 0.894 \times F_{car}^2$$

siendo F_{car} el factor de carga que es una relación directa de la Demanda Máxima. Pese a que resulta extremadamente complejo determinar las pérdidas con exactitud, el Factor de Pérdidas se emplea para "estimar" las pérdidas de energía a partir de la

demanda.

La Demanda Máxima puede determinarse rápidamente a partir de las definiciones básicas de las características de carga más conocidas; así, se conocen las siguientes expresiones:

$$DM = D_{media}/F_{car} \quad (1.24)$$

$$DM = F_{dem} * CI \quad (1.25)$$

$$DMD = (D_1 + D_2 + \dots + D_n) / F_{div}(n) \quad (1.26)$$

$$DMD = F_{coin}(n) * (D_1 + D_2 + \dots + D_n) \quad (1.27)$$

donde:

DM = Demanda Máxima de una carga individual o de un grupo de cargas individuales, aplicable a un tipo particular de carga.

Fcar = Factor de Carga individual o de un grupo de cargas individuales, aplicable a un tipo particular de carga, cuya Demanda Máxima es DM para un intervalo y período particulares.

Dmedia = Demanda media, o promedio de la demanda, expresada en las mismas unidades de carga y promediada sobre el período bajo estudio.

Fdem = Factor de demanda de un grupo de cargas.

DMD = Demanda Máxima Diversificada de un grupo de "n" cargas individuales, expresada en las mismas unidades del tipo particular de carga.

Dn = Demanda Máxima de la enésima carga.

Fdiv(n) = Factor de diversificación para un grupo de "n" cargas.

Fcoin(n) = Factor de coincidencia de un grupo de "n" cargas.

1.2.4.2 LA DEMANDA DIVERSIFICADA Y SU UTILIZACION.-

La demanda diversificada por abonado, de un grupo de abonados, se puede determinar al dividir la demanda diversificada dada por las ecuaciones 1.26 y 1.27 por el número correspondiente de abonados. De esta manera, dichas ecuaciones se modifican y se pueden expresar como sigue:

$$DMD/n = \frac{\text{Promedio de las dem. máx. individuales}}{Fdiv(n)} \quad (1.28)$$

$$DMD/n = Fcoin(n) * \text{Promedio de las dem.máx.indivd.} \quad (1.29)$$

Si bien las cargas conectadas del tipo residencial, pueden ser similares, las demandas máximas individuales de esas cargas pueden variar, debido a las costumbres de los habitantes que utilizan los diversos tipos de servicio: alumbrado y electrodomésticos, calentadores, refrigeradores, cocinas, lavadoras, planchas, etc.

Las cargas del mismo tipo tienen, por lo general, igual forma, por ejemplo, para un abonado de tipo residencial, se espera que tenga un ciclo como el que se indica a continuación:

Un pico de máxima demanda alrededor de las 7 a 8 pm. Luego una disminución constante hasta un valor mínimo (alrededor de las 2 a 4 am); luego un incremento a un pico bajo (9-10 am), luego una caída a un valor bajo (2 a 3 pm) y un incremento continuo hasta nuevamente alcanzar su pico máximo, completando el ciclo.

Combinando las demandas de un grupo de cargas residenciales se obtendrá una demanda máxima del conjunto menor a la suma de las

demandas máximas individuales, debido a que cada una de ellas no utiliza su equipo eléctrico al mismo tiempo.

La falta de coincidencia entre cargas individuales, como también entre grupos separados de abonados, tiene importancia en el aspecto económico del sistema eléctrico. La importancia de esta diversidad entre demandas, se puede apreciar si consideramos el tremendo incremento en capacidad, que se debería dar al sistema desde las unidades generadoras hacia los medidores individuales si las máximas demandas ocurrieran simultáneamente.

La diversidad entre demandas máximas se calcula con el factor de diversificación. El factor de diversificación es utilizado para determinar la demanda máxima resultante, a partir de la combinación de un grupo de cargas individuales, o a partir de la combinación de dos o más grupos de aquellas. Estas combinaciones pueden representar: un grupo de abonados alimentados por un transformador de distribución, un grupo de transformadores alimentados por un alimentador primario, un grupo de alimentadores primarios alimentados desde una subestación, etc., hasta llegar al punto de generación.

La diversidad entre cargas individuales o de grupos aislados de cargas, tiende a incrementarse si difieren las características de las cargas. Así, por ejemplo, si la demanda máxima de un grupo formado por cargas individuales ocurre por la tarde (cargas residenciales), y se las combina con un grupo igual de cargas, cuya demanda máxima ocurre en la mañana (cargas industriales pequeñas y medianas), el factor de diversificación será mucho más alto que si para todas las cargas, la demanda máxima ocurriera, o sólo por la mañana, o sólo por la tarde.

1.2.4.3 EL FACTOR DE DIVERSIFICACION.-

La demanda máxima de un grupo de cargas es una función del factor de diversificación y , de las demandas máximas individuales que forman parte de ese grupo, como se expresó en la ecuación 1.26. Puede ser más conveniente expresar la demanda máxima de un grupo de cargas o demanda diversificada, en términos de otras características individuales de carga; así, por ejemplo, el factor de carga o el promedio de demanda.

El factor de diversificación implícitamente dado por el factor de coincidencia, se aplica generalmente a un grupo de demandas máximas individuales. Para obtener la demanda máxima total, entendida como la demanda máxima diversificada, es necesario que el factor de coincidencia sea el correspondiente a ese grupo.

Existen cargas homogéneas y cargas heterogéneas. Esta clasificación permite realizar las siguientes acotaciones:

- Una característica práctica del factor de diversificación, es el promedio de ese factor como una función del número de cargas similares u homogéneas, dentro de un período e intervalo pertenecientes a una carga dada; no obstante, la característica práctica del factor de diversificación posee limitaciones por falta de precisión, aún en las mejores condiciones.

- No es correcto intentar desarrollar o aplicar, una característica de diversificación, a otra cuyas cargas son razonablemente homogéneas, debido a que el grado de homogeneidad es relativo. Las cargas perfectamente homogéneas pueden considerarse como aquellas que poseen demandas máximas iguales con ciclos de carga similares, los mismos que no deberán ser necesariamente iguales respecto al

tiempo, a través del período de carga. Las únicas diferencias que existen en cargas perfectamente homogéneas son: los resultados de diversidad, que provienen de la no coincidencia de las demandas máximas individuales, y las desigualdades en la contribución de cada una de las cargas a la demanda total.

Teóricamente, la característica de diversificación de un grupo de cargas perfectamente homogéneas, depende, sobre todo, del orden en el que se incluyen las cargas en el grupo, debido a que la demanda máxima depende, a su vez, del grado de diversidad de los ciclos individuales de carga.

Un promedio de la característica de diversificación, puede desarrollarse a partir de varios factores de diversidad, obtenidos en base a la inclusión de los ciclos de carga individuales en el grupo, en diferentes órdenes. Sin embargo, la mejor característica promedia no es exacta para grupos pequeños de cargas, puesto que la influencia de cualquier carga sobre la demanda total, será mayor que para grupos más grandes. Cuando el número de cargas homogéneas se incrementa, la contribución de cada una de ellas a la demanda total disminuye.

La aplicación de una característica promedia de cargas homogéneas, a un grupo que posea cargas heterogéneas, puede provocar resultados con serios errores. Las cargas pueden ser heterogéneas, debido a que sus demandas máximas son diferentes entre sí. La influencia de las cargas heterogéneas, cuyos ciclos y demanda son específicos, es mayor para grupos pequeños.

Normalmente, la influencia de las cargas heterogéneas sobre la característica de diversificación del grupo, disminuye conforme se

incrementa el número de cargas. El porcentaje de ese decremento depende, sobre todo, del grado de heterogeneidad de las cargas. En consecuencia, es evidente que la aplicación práctica de la característica promedia de diversificación, se limitará a grupos de cargas homogéneas.

1.2.4.4 EL FACTOR DE COINCIDENCIA.-

De la definición de este parámetro, se concluye que todo lo dicho anteriormente para el factor de diversificación, se aplica de manera similar para el Factor de Coincidencia.

1.2.4.5 CURVAS DE CARGA INDIVIDUALES.-

Una curva de carga individual es el resultado de la forma de utilizar la energía por parte del individuo. Una definición correcta del concepto de curva de carga debe indicar el intervalo para el cual se integra la carga así como el periodo de tiempo para el cual se la considera.

De la acumulación de las curvas de carga individuales, nace la curva de carga diversificada o de un grupo de abonados individuales. Es evidente que, si se conoce el comportamiento de los individuos, se podrá inferir el comportamiento del grupo que estos forman. Es decir, las características del grupo dependen de las de los individuos que lo conforman, por eso, a pesar de que cierta característica de carga de un cierto abonado puede influir muy debilmente en la característica total, no es menos cierto que influye y por ese hecho debe tomarse en cuenta.

En la planificación de sistemas, las curvas de carga que reflejan

el comportamiento individual se utilizan de manera que a través de un análisis de sus características, se determinen políticas y actividades de la empresa a cargo del suministro de energía diseñadas a influenciar en las formas de uso de la energía en orden a producir cambios deseados en la forma de la curva de carga del sistema, por ejemplo, cambios en los patrones de tiempo y en los niveles de demanda. Esto es lo que se conoce como Demand-Side Management (DSM), que se define como "la planificación, implementación y monitoreo de aquellas actividades diseñadas para influenciar en la forma de utilización de la electricidad por parte del consumidor con el objetivo de producir cambios deseados en la forma de la carga del sistema" ⁽²¹⁾. Dentro de los programas de las empresas que caen dentro de lo que significa el DSM se pueden incluir: administración de carga, nuevos usos, conservación estratégica, electrificación, generación a nivel del consumidor y ajustes en el mercadeo. La forma de la carga es la demanda diaria y estacional durante un tiempo de una fracción de día, un día de la semana y un día de la estación.

Dentro de este contexto, se pueden distinguir seis amplios objetivos en la forma de la carga: recorte del pico, relleno de valles, cambio de la forma de carga, conservación estratégica de energía, crecimiento estratégico de carga y forma flexible de la forma de carga.

Si se logra generalizar comportamientos deseados en la mayoría de los elementos de la población, se podrán mejorar los factores de carga tanto a nivel transformador de distribución como a nivel del sistema. Esto lleva a conseguir significativos ahorros en las

inversiones que se tengan que realizar tanto en generación como en la operación misma del sistema. Por otra parte se puede conseguir también una mejor utilización de los transformadores tanto de distribución como aquellos pertenecientes a las subestaciones.

En las formas de utilización de las cargas individuales se puede contar también la construcción de curvas modelo con fines de estimar los valores de las máximas demandas a partir de valores de energía facturada (22).

Dentro de las políticas tarifarias, el conocimiento de una curva de carga individual es necesario para determinar el patrón de las formas de la tarifación para conseguir efectos deseados tanto en la forma de la curva del sistema como en los aspectos económicos de las empresas.

La evaluación de pérdidas a nivel abonado, también requiere del conocimiento de las características de la curva de carga individual.

1.2.4.6 DEFINICION DE UNA CURVA DE CARGA TIPICA INDIVIDUAL.-

El concepto de curva de carga típica, no está totalmente definido, pero tiene mucho que ver con la utilización que se le quiera dar. Es un hecho que no se puede escoger como curva de carga típica a cualquier curva diaria que haya ocurrido en el domicilio de algún abonado, sino que, para definirla se deben tomar en cuenta muchos otros abonados, con el propósito de definir las características más comunes de comportamiento individual a partir de una base amplia que asegure la validez del resultado. Es conveniente, por otra parte, que una curva de carga típica individual, se defina para un

determinado tipo de abonado, por ejemplo el residencial, e incluso sería mejor el detallar una curva típica para una clase de abonado dentro del tipo escogido, por ejemplo una curva de carga típica para un abonado de tipo residencial cuyo consumo cae dentro de un determinado estrato de consumo, por ejemplo de 100 a 200 kWh/mes. Desde todo punto de vista, importa mucho tanto para los objetivos de la planificación de sistemas como para los de tarifación, la estructura de la curva de carga individual. De acuerdo a los usos que antes se han mencionado para esta curva, deberán incluirse en la forma de la curva de carga características básicas que permitan utilizarla de manera conveniente. Entre estas características se pueden anotar:

- Picos máximos de carga en las distintas horas del día que reflejen aquellos más comunes en los abonados individuales.
- Factor de carga de la curva que guarde relación con los valores promedios de los abonados para los cuales la curva será la representativa.
- Valores de los mínimos de carga, duración de estos valores mínimos y horas de ocurrencia en el día.
- Horas en las cuales ocurra la máxima demanda y los picos más comunes.
- Duración promedio de los picos de carga.
- Debido a la diversidad de valores que se pueden esperar en cada una de las características de la curva de carga individual en un grupo de abonados, es conveniente presentarlas en valores en por

unidad. De esta forma se puede generalizar el comportamiento individual y se hace más fácil su tratamiento en conjunto.

- Es prudente obtener curvas de carga típicas para distintos días de la semana, de manera que se puedan definir comportamientos individuales típicos tanto para días de máximo factor de carga como de mínimo factor de carga.

1.2.4.7 EL FACTOR DE CARGA Y SU UTILIZACION.-

El factor de carga, es una característica de cada ciclo de carga y depende del intervalo de demanda. Sin embargo, el factor de carga de un ciclo de carga dado, en el cual el pico de la carga sobrepase la duración de algunos intervalos de demanda, no cambiará al incrementar el intervalo de demanda hasta llegar al punto en el cual el intervalo de demanda se haga igual al pico de la carga, esto se debe a que tanto el pico de la carga como el promedio de la carga se mantienen constantes para ese rango de intervalos. Por tanto, si es que se espera tener un pico prolongado de máxima demanda, no importará demasiado la definición del intervalo de demanda.

Debido a que los ciclos de carga son distintos, es muy difícil obtener valores de factor de carga iguales incluso para dos cargas similares, debido a que no existen cargas que sean perfectamente iguales. El factor de carga, visto de esta manera, varía día a día, y resulta muy difícil obtener un valor único de este. Los factores de carga en áreas urbanas son generalmente mejores a los que se dan en áreas rurales. Por otra parte, se puede pensar valientemente que un consumidor que posea poca carga instalada deberá tener un factor de carga más alto que aquel cuya carga instalada sea

superior, esto se debe a que el factor de carga indica básicamente el grado con el cual el pico de demanda está sustentado por la base de la curva de carga.

Para una carga dada, considerar un periodo más largo de tiempo provoca un factor de carga más pequeño; esto se debe a que el consumo de energía se distribuye o proyecta para periodos más grandes y, en tal caso, el promedio de la carga para ese tiempo disminuye, permaneciendo constante la demanda máxima.

En consecuencia, el factor de carga anual, de una carga, es menor que su factor de carga mensual o diario.

En la práctica, resulta bastante sencillo el realizar un monitoreo de un transformador de distribución utilizando el factor de carga, el valor de la demanda media o del suministro de energía que generalmente es un dato que no exige mucho trabajo obtener.

Las pérdidas en un sistema están en función del factor de carga, la evaluación de las mismas, no depende sólo del factor de carga, pero se hacen aproximaciones en base a este, debido a que su obtención resulta relativamente simple. Se puede demostrar que el factor de pérdidas se encuentra entre los límites del factor de carga y el factor de carga al cuadrado (ver figura 1.2).

También se pueden encontrar relaciones entre el factor de carga y el factor de coincidencia. Esta relación tiene usos limitados en planificación de sistemas y se utiliza en programas de "ventas selectivas".

Existe variación del factor de carga y el número de abonados al cual se aplica. La figura 1.3 muestra una característica típica de la variación del factor de carga y el factor de pérdidas en función

del número de consumidores conectados a un transformador. En esa figura, los valores han sido convenientemente aproximados con la finalidad de mostrar que los factores de carga y de pérdidas se pueden determinar con mejor aproximación cuando estos están referidos al número de consumidores pertenecientes al grupo, y también cuando el tamaño del grupo se reduce.

En la figura 1.3, también se puede apreciar que el factor de carga aumenta ligeramente cuando se incrementa el número de consumidores. Esto se debe a que las características de la curva de carga se homogenizan al incrementarse el número de abonados.

Si se asume que cada consumidor tiene el mismo consumo de energía, y como el factor de carga se puede expresar en términos del consumo de energía y la máxima demanda ambos especificados para un determinado periodo de tiempo, entonces el factor de carga se puede expresar como sigue:

$$F_{car}(n) = \frac{E}{T * DMD(n)} \quad (1.30)$$

donde:

$F_{car}(n)$ = Factor de carga para n consumidores, en por unidad.

E = Energía consumida de n consumidores en el tiempo T en kWh.

T = Tiempo para el cual se define el F_{car} en horas

$DMD(n)$ = Máxima Demanda Diversificada promedio como una función del número de consumidores (n), expresada en kW .

1.2.4.8 LA CURVA DE CARGA DIVERSIFICADA.-

Las características de los equipos que sirven a un grupo de cargas individuales se determinan a partir de los valores de máximas demandas diversificadas. Debido a que una curva de carga diversificada refleja el comportamiento del grupo de abonados individuales, cada una significa un paso en la determinación de las características del sistema.

La curva de carga de un transformador, es una curva de carga diversificada que es la resultante de las cargas individuales a las cuales sirve. Se puede registrar la carga a nivel de transformadores de distribución, pero si esto se realiza no se puede obtener la característica de un abonado individual, y ni siquiera se pudiera obtener las características de un grupo de abonados menor al que sirve el transformador. El partir de cargas individuales para luego determinar las diversificadas, asegura que en el proceso, se podrán obtener las características de la carga tanto de un abonado, de dos, etc., de n abonados, dado que, las características de la diversificación de la carga varían al crecer el número de abonados. Las curvas de carga diversificadas, por tanto, variarán de acuerdo al número de abonados incluidos en un grupo.

Además de las aplicaciones que se puedan dar a este tipo de curva en el DSM (Demand-Side Management) o manejo del lado de la demanda las mismas que se han detallado en un punto anterior, la aplicabilidad de estas curvas se relaciona directamente con la administración adecuada de carga en los transformadores de distribución.

Las características térmicas de los transformadores de distribución se deben determinar a partir de estas curvas, debido a que su dimensionamiento depende de la carga que se les vaya a conectar. Por eso se deben escoger parámetros que determinen la máxima capacidad de carga. Los factores de carga y las curvas de carga deben permitir obtener las demandas máximas a las cuales se debe someter un transformador.

Un ciclo normal de carga aparece en la figura 1.1, este ciclo consiste en un valor relativo bajo durante la mayor parte del día, con uno o más picos, cuya duración va desde unos pocos minutos hasta algunas horas. Esta característica permite a los transformadores trabajar con cargas superiores a su capacidad nominal por lapsos de tiempo no muy grandes.

Un ciclo de carga diario, debería ser representado para los fines de evaluar el comportamiento térmico de los transformadores de distribución, consistiendo de una carga inicial y una carga pico de la forma que presenta la figura 1.12.

Para poder utilizar las guías de carga (normas ANSI), el ciclo de carga diario debe ser convertido a un equivalente térmico simple, como es un ciclo de carga rectangular. El equivalente de carga para cualquier periodo del ciclo diario de carga puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Carga equiv.} \quad \text{ó} \quad \text{valor rms} = \frac{L_1 \cdot t_1 + L_2 \cdot t_2 + \dots + L_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (1.31)$$

donde,

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ = son el promedio de carga para cada intervalo de tiempo en porcentaje, en pu, en kVA o en intensidad.

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ = Duración de las cargas respectivas.

Equivalente de carga pico.

Cuando se trata de encontrar el valor equivalente del pico, la estimación de su duración influye sobre el valor rms del pico. Cuando se sobrestima su duración, el valor rms del pico de carga puede ser considerado menor que el pico de demanda máxima.

Para guardar el efecto del sobrecalentamiento, el valor rms no debe ser menor que el 90 % de la demanda máxima integrada en media hora (24) hora .

Equivalente de carga inicial

El equivalente de carga inicial, es el valor rms de carga obtenido de la ecuación 2.3 para un período elegido anterior al pico de carga. La experiencia en este método, ha dado resultados satisfactorios, considerando un período de tiempo de 12 horas antes del pico de carga para determinar el equivalente de carga inicial.

1.2.4.9 RELACIONES ENTRE ENERGIA CONSUMIDA Y DEMANDA MAXIMA.-

En el punto 1.2.3.2 se ha indicado un método mediante el cual se determina la máxima demanda diversificada en función de este tipo de relaciones y los factores de coincidencia.

Generalmente estas curvas relacionan la energía utilizada en un período de tiempo (por ejemplo 1 mes) y la máxima demanda

individual ocurrida en ese tiempo.

Se pueden obtener muchos más usos de estas relaciones si se varía tanto el número de abonados para los cuales se obtienen y el período de tiempo en el cual se toma la máxima demanda.

Por ejemplo si se considera la demanda máxima ya no individual sino la de grupos de abonados, dicha demanda (diversificada) se puede utilizar en el dimensionamiento del equipo eléctrico que servirá a ese grupo.

Si es que se conoce la energía suministrada por un transformador cualquiera, en un determinado intervalo de tiempo y, si además se saben las relaciones energía demanda para el grupo de abonados al cual sirve el transformador, se podrá determinar fácilmente la demanda máxima que deberá soportar el transformador. Del sistema de facturación de la Empresa Eléctrica Quito se conocen ciertamente los niveles de consumo de los abonados como individuos, así, se podrá determinar la demanda máxima que deberá soportar un transformador de distribución a partir de la energía facturada.

1.2.4.10 EL FACTOR DE POTENCIA, CRITERIOS PARA SU DETERMINACION.-

En un sistema de distribución real, las cargas varían en el tiempo, por ejemplo, los valores del fasor corriente varían tanto en valor absoluto como en ángulo de fase. Por esta razón es que en lugar de registrar la carga, se registra la demanda que es la carga integrada en el intervalo de demanda.

Mientras el concepto de factor de potencia aplicado a cargas fijas y concentradas se puede entender cabalmente, la misma definición puede no ser aplicable a cargas distribuidas y variables.

Como el factor de potencia se define como la razón entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es obvio que si la demanda se mide en kW, es decir en unidades de potencia activa, para determinar el valor de la potencia aparente en kVA, será necesario utilizar el valor del factor de potencia. El valor de la demanda expresada en kVA, es decir como potencia aparente, será por tanto una relación entre los kW de demanda y el factor de potencia.

Para la determinación del factor de potencia en cargas variables (por ejemplo la curva de carga diaria de un abonado), el método utilizado consiste primeramente en especificar el intervalo de tiempo para el cual se va a obtener el factor y luego medir a través de dos contadores (uno de potencia activa y otro de potencia reactiva) los consumos tanto de potencia activa como reactiva para ese intervalo, para luego determinar el factor de potencia promedio para ese intervalo específico mediante la siguiente expresión:

$$F_p(\text{medio}) = \cos \left(\arctan \frac{\text{Var.hora}}{\text{Watt.hora}} \right) \quad (1.32)$$

ó también se puede expresar como una relación de demandas, esto es, demanda de potencia activa y demanda de potencia reactiva, de la siguiente forma:

$$F_p(\text{medio}) = \cos \left(\arctan \frac{\text{demanda de activos}}{\text{demanda de reactivos}} \right)$$

1.3 DEFINICION DE PARAMETROS.-

Teniendo en cuenta que la carga de un T/D se debe a las cargas individuales de los abonados que sirve, para estimar la demanda en uno de ellos se debe seguir con detenimiento el comportamiento de los consumidores individuales. Para el efecto, se puede monitorear la carga directamente en los transformadores de distribución, pero con este procedimiento no se logra determinar el comportamiento de grupos más pequeños que los que sirve dicho transformador, es decir, no se consigue determinar las características de diversificación de la carga que se producen al variar el número de abonados conectados.

Debido a que resultaría un trabajo extenso y sumamente caro determinar las características de uso de energía eléctrica de cada individuo que compone el sistema eléctrico, con miras a determinar el comportamiento de este, se han desarrollado los procedimientos para realizar investigaciones de carga.

Para realizar una investigación de carga se aprovecha de los hábitos eléctricos de los consumidores, de manera que a partir de los datos de unos pocos se pueda predecir el comportamiento total del conjunto. Esto se logra a través del muestreo, tema del cual se ha hablado anteriormente.

El método de muestreo que se ha elegido para este trabajo es el muestreo aleatorio estratificado, debido a la versatilidad que ofrece este método para la realización de las mediciones y sobretodo a que mediante este tipo de muestreo se pueden abaratar

los costos de la investigación que, se reducen debido al decremento en la inversión que se debe realizar en la compra ó construcción de los aparatos registradores a utilizarse.

Por otra parte, como en nuestro medio no se conoce la carga exacta de cualquier transformador, el realizar un estudio de este tipo (muestra) constituirá el primer paso hacia la determinación de la carga de los T/D y por tanto del sistema.

En el diseño y planificación de sistemas de distribución existen varios métodos para determinar la cargabilidad más adecuada del sistema y sus componentes. El parámetro que se utiliza directamente para realizar esta adecuada cargabilidad es el de demanda máxima, y mediante este se determinan las características que el sistema debe poseer para que la operación del mismo sea segura, confiable y económica. En el punto anterior se han detallado los métodos más utilizados para la determinación de este parámetro, y se puede notar que su determinación no resulta inmediata, sino que se requiere de un proceso en el cual se incluyen una serie de parámetros sin los cuales no se podría determinarlo certeramente.

Sin embargo, no sólo el parámetro demanda es importante, de los usos que se han mencionado en el punto anterior, todos los parámetros tienen su aplicación, por desgracia, no todos podrán ser obtenidos de la investigación de carga, puesto que algunos exigen de estudios particulares que van más allá de los objetivos de esta investigación.

Por ejemplo, no se pretende determinar parámetros específicos como los factores de contribución al pico de los distintos equipos eléctricos, puesto que esto exigiria efectuar investigaciones

particulares para cada tipo de aparato, lo cual encarecería enormemente los costos de la investigación. Por otra parte, hay parámetros como el factor de pérdidas y el de crecimiento de la demanda que no se pueden derivar de los datos de los que se dispondrán al efectuar las mediciones pues, estos dependen de muchas otras condiciones tanto técnicas como socio-económicas que deben ser determinadas a partir de estudios mucho más complejos y que son motivo de investigaciones particulares.

Es importante aclarar también que existen una variedad de parámetros que se derivan muy fácilmente de otros o que son consecuencia directa de otro, como en el caso del factor de diversidad y el de coincidencia por ejemplo. No se ha creído importante "repetir" este tipo de relaciones, sino que, se pretende obtener aquellos importantes, los mismos que servirán, de acuerdo a los propósitos de quien desee utilizarlos, para derivar otros útiles en el amplio campo de aplicación de la ingeniería eléctrica.

A continuación se presenta una lista de los parámetros que se consideran necesarios para alcanzar los objetivos de esta investigación y un breve análisis de las razones por las que se los ha escogido:

1.3.1 CURVAS DE CARGA DIARIAS.-

En las mediciones a realizar, el registro de este parámetro es el punto de partida desde el cual se podrán obtener todas las características de la carga en estudio. Este parámetro será obtenido directamente de las mediciones para los abonados individuales de cada estrato, sin embargo, para obtener la curva de carga representativa individual para un abonado de un determinado

estrato, se deberán analizar cuidadosamente todas las curvas obtenidas de las mediciones, y luego de un procesamiento adecuado, determinar la curva de carga representativa.

Debido a la aplicación que se le puede dar a una curva de carga típica, y aprovechando que en las mediciones de campo se obtendrán el suficiente número de curvas de carga, resulta oportuno obtener este tipo de curvas. No valdría la pena desperdiciar la oportunidad de procesarlas.

Se pueden obtener curvas de carga representativas de cada estrato en los que se divida a la población en estudio, ya sea residencial, comercial o industrial, con la finalidad de obtener el grado de influencia del estrato con respecto a la curva de carga total de un determinado tipo de abonado en estudio. Igual cosa tiene que ocurrir con las curvas de carga de un determinado tipo de abonado en orden a obtener la curva de carga total del sistema de distribución.

1.3.2 FACTOR DE COINCIDENCIA.-

Debido a que mediante este factor se determina la máxima demanda coincidente o diversificada a partir de las demandas individuales, y puesto que la mayoría de los métodos de estimación de la demanda se basan en la utilización de este parámetro, se debe obtener este factor para cada tipo de abonado, residencial, comercial e industrial, tomando en cuenta además que se debe especificar también el estrato de población para el cual será determinado.

1.3.3 CARGA INSTALADA.-

Existen varios métodos que estiman la demanda a partir de este

parámetro, por eso su importancia, debiendo por tanto, obtenerse este parámetro de forma que se presenten valores de carga instalada para cada tipo de consumidor y para cada estrato de manera sumamente detallada, debido a que errores en su determinación pueden causar desviaciones no deseadas en la determinación de la magnitud de la demanda máxima. Es obvio que de la relación entre estos dos parámetros nace el Factor de Demanda, el mismo que debe presentarse de manera conveniente especificando valores máximos, mínimos y típicos de acuerdo con el uso que se le vaya a dar. Dentro de este parámetro se deben incluir los valores típicos de potencia nominal de los diversos utilizadores de energía, sobre todo de aquellos que presentan mayor consumo.

1.3.4 FACTOR DE FRECUENCIA DE USO.-

Debido a que en el Ecuador, el método que ha implementado la E.E.Q.S.A. ha tenido una gran difusión y aceptación, resulta indispensable la obtención de este parámetro. Este se debe presentar de forma similar que la Carga Instalada, es decir, por estrato de población y para cada tipo de usuario.

1.3.5 FACTOR DE SIMULTANEIDAD (FSn).-

Este es otro de los parámetros utilizados en el método de la E.E.Q.S.A., y se debe realizar un estudio adecuado acerca de los límites de variabilidad que este presenta dentro de la población. Este análisis debe realizarse para cada tipo de abonado y para cada estrato. Como este parámetro se refiere a los distintos equipos eléctricos existentes, su determinación en la investigación no podrá realizarse. Sin embargo es posible determinarlo en una etapa posterior.

1.3.6 FACTOR DE VARIACION HORARIA (FVHn).-

Este parámetro es similar al factor de simultaneidad, pero diferente en cuanto se refiere al método en el cual se aplica.

Interesa conocer este parámetro sobre todo en las horas pico y para aquellos aparatos típicos cuyo consumo es considerable. El estudio de este parámetro se puede hacer por estratos, de manera de obtener características de comportamiento homogéneas para cada uno y para cada tipo de equipo.

Debido a que la determinación de este parámetro requiere de una investigación por electrodoméstico o aparato, no se pretende determinarlo, puesto que esto exige la utilización de recursos económicos que no están contemplados en el presupuesto de la actual investigación.

1.3.7 FACTOR DE SATURACION (FSan).-

Este es otro de los parámetros importantes en la determinación de la demanda máxima, es similar al factor de frecuencia de uso utilizado por la Empresa Eléctrica Quito S.A., y de la misma manera, debe obtenerse para cada tipo de abonado y para cada estrato de población, con la finalidad de que en el diseño de redes de distribución se tengan valores de cada caso en particular.

1.3.8 RELACIONES DE CARGA INSTALADA VS. DEMANDA MAXIMA UNITARIA.-

Este tipo de relación permite determinar a partir de un cierto valor de carga instalada la demanda máxima unitaria. Evidentemente este tipo de relación es general, y se obtiene de la acumulación de los datos obtenidos del muestreo estratificado.

Existen métodos de estimación de la demanda que utilizan este tipo

de relaciones, sobre todo en los abonados de tipo industrial, por eso se pretende determinarlas tratando de especificar detalladamente las características del medio del cual se obtuvieron para que su aplicación no sea inadecuada.

1.3.9 RELACIONES ENERGIA CONSUMIDA VS. DEMANDA MAXIMA UNITARIA.-

En la investigación que se pretende realizar la estratificación planeada ⁽¹⁾, está hecha en base a la característica kWh/mes/abonado, para el abonado de tipo residencial. Según los estudios hechos, esta estratificación produce resultados satisfactorios debido a que se pueden, de esta forma, homogenizar las características de la amplia población en estudio.

Las relaciones energía consumida vs. demanda máxima unitaria permiten partir de un factor conocido (kWh/mes/abonado), y mediante la correcta aplicación de los factores de coincidencia determinar la demanda diversificada.

De ahí la importancia de obtener este tipo de relaciones que, deberán derivarse de la acumulación de los datos de las mediciones en los estratos.

1.3.10 FACTOR DE CARGA.-

El Factor de Carga se utiliza dependiendo del periodo para el cual está definido. La base de tiempo debe definirse correctamente de acuerdo a la utilización que se intente dar a la cantidad. Por ejemplo:

1) El Factor de Carga tiene un significado especial si se utiliza periodos de 15, 30 ó 60 minutos. Estos intervalos son utilizados para mediciones de demanda y, debido a la naturaleza de tales

mediciones, el Factor de Carga en tales periodos es casi siempre unitario.

2) Si se toma como base un periodo de varias horas o un día, el Factor de Carga se puede utilizar para referirse al comportamiento térmico de distintos elementos de una red. La constante de tiempo térmica de estos elementos está en el orden de algunas horas, por tanto el Factor de Carga asociado con el pico de demanda de un transformador, determina el comportamiento térmico del mismo y deberá estar definido para un periodo similar.

3) Si se utiliza una base de uno a tres meses, se pueden realizar correlaciones estadísticas entre la utilización de la energía y el pico de carga para monitorear la carga de un transformador.

4) Con un periodo de un año o más, el Factor de Carga es una medida de la utilización de la inversión en el sistema y se utiliza directamente en el cálculo de los costos del sistema ⁽²³⁾.

Como no se pretende en esta investigación realizar un estudio de las inversiones a realizar en el sistema, sino más bien determinar los parámetros útiles en el análisis de la cargabilidad de los elementos de un sistema de distribución, resulta importante obtener Factores de Carga que estén definidos en periodos no muy largos de tiempo. Tampoco interesan Factores de Carga que se definan para periodos de tiempo menores al intervalo de demanda, debido a que como se menciona anteriormente, estos suelen tener valor unitario. Se pueden derivar, del análisis de los datos a medir, Factores de Carga que estén definidos para los usos planteados en los numerales 2) y 3), pero no para los 1) y el 4).

Otra de las aplicaciones del Factor de Carga, es la presentada

anteriormente en el método de determinación de la máxima demanda a partir de las horas equivalentes.

Debido a lo mencionado anteriormente, es necesario para el tipo de investigación que se realiza, obtener Factores de Carga diarios, y de período mensual, que describan el comportamiento de la carga en cada uno de los estratos de un determinado tipo de abonado. De esta forma se obtendrán criterios para la evaluación del comportamiento de los diferentes elementos de una red de distribución que sirvan a un grupo o población que caiga dentro de una subdivisión realizada para un estrato determinado. Es importante, por tanto, determinar Factores de Carga diarios y del período de medición por abonado, característico por estrato, así como Factores de Carga característicos del grupo al cual representa el estrato.

1.3.11 RELACIONES DEMANDA VS. AREA DE LAS EDIFICACIONES.-

Debido a la importancia que tienen estas relaciones en cuanto se refiere a estimar la Demanda a partir de Áreas de establecimientos o edificaciones de características similares, se hace necesario determinarlas, realizando una subdivisión adecuada por estratos para facilitar su correcta utilización.

1.3.12 FACTOR DE POTENCIA.-

Este parámetro, es sumamente importante en el correcto dimensionamiento de los distintos equipos que componen una red. Debido a esto, se debe determinarlo de forma que se tengan valores característicos para cada estrato en los que subdivide a la población.

1.4 INTERVALO DE DEMANDA.-

Debido a que en nuestro medio se conoce poco acerca de este parámetro, se ha considerado conveniente realizar un estudio un poco más detallado sobre la naturaleza y significado del mismo. Es necesario definir con certeza la duración del intervalo debido a que el parámetro Demanda depende directamente de este y, puesto que, del valor de la Demanda se derivan los otros parámetros mediante los cuales se dimensionan todos los equipos utilizados en el manejo de la energía eléctrica. Como se analizará después, también el escoger uno u otro intervalo influirá en los costos computacionales de procesamiento de la información.

1.4.1 INTERVALO DE DEMANDA.-

Se define como el periodo de tiempo sobre el cual se promedia la carga para obtener la demanda. El Intervalo de Demanda se determina por la aplicación particular bajo consideración, la misma que está gobernada por dos factores: primero, la duración de la carga y segundo, la constante de tiempo térmica de los aparatos bajo consideración.

Dentro del primer factor influye otro, que es la forma en que se realiza el promedio de la carga para obtener la demanda. Esto depende del tipo de medidor y del mecanismo que utiliza para realizar dicho promedio. Por tanto, para determinar un Intervalo de Demanda adecuado, se debe también pensar en los tipos de medidores existentes.

1.4.2 DURACION DE LA CARGA.-

1.4.2.1 TIPOS DE MEDIDORES.-

Se conocen algunos tipos de medidores que determinan el valor del

parámetro demanda. Sin embargo, aquí sólo se mencionan las dos principales formas de promediar la carga. Este promedio se realiza a través de dos tipos de medidores que son:

- a) Clase II: Medidor de integración en bloque o medidor integrador.

Esta clase de medidor indica o registra la demanda obtenida a través de una integración aritmética. Dicha integración se realiza sobre un determinado intervalo de tiempo durante el cual la demanda se promedia en intervalos específicos y se la expresa en bloques dentro de períodos discretos. La duración de estos períodos es el intervalo de la demanda. Una expresión matemática que sintetiza esta definición es la siguiente:

$$\text{Indicación} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} W \cdot dt \quad (1.33)$$

donde W = valor instantáneo de potencia.

$t_2 - t_1$ = intervalo de tiempo sobre el cual se promedia la carga aritméticamente.

- b) Clase III: Medidor de integración en atraso (lagged) ó medidor logarítmico.

En esta clase de aparato, la respuesta del elemento medidor está sujeta a las características de la carga en un período anterior a la medición a realizar. Este tipo de medidor indica el "promedio logarítmico" de la carga a medir, esto es, el medidor indica en cada instante de tiempo el promedio logarítmico de la carga sobre el "período inmediato anterior".

Una expresión que sintetiza el funcionamiento de este tipo de

medidor es la siguiente:

$$\text{Indicación} = K \int_0^t W e^{-Kt} dt \quad (1.34)$$

K = constante ajustable

t = tiempo.

Por tanto, "el intervalo de demanda de un medidor logarítmico se define como el tiempo que el instrumento requiere para indicar el 90% de una carga conectada súbitamente".

Esta definición se explica si se considera que este tipo de medidores basa su funcionamiento en las características térmicas de los elementos de medición, las mismas que son respuestas de forma exponencial. Es decir aquí juega un papel muy importante la inercia térmica del equipo de medida.

En las figuras 1.13 y 1.14 se puede apreciar la diferencia entre las respuestas de un medidor tipo bloque y uno tipo logarítmico.

1.4.2.2 ANALISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA TIPO DE MEDIDOR.-

(17)(18)

DESVENTAJAS DE UN MÉDIDOR INTEGRADOR -

- El promedio aritmético será siempre una función discontinua de tiempo y como tal estará sujeta a errores del orden del 50%.
- Un usuario cualquiera puede deliberadamente seccionar su carga de manera que su máxima demanda sea sólo un 50% de su demanda máxima real.
- No se puede, por tanto, determinar el valor pico de demanda en un intervalo dado. Por ejemplo el máximo promedio aritmético de un consumidor que toma continuamente 100 kW en estado estable es 100

kW. Para este caso el promedio logarítmico también es 100 kW. En cambio, otro usuario cuya máxima demanda es medida por medio de un medidor tipo integrador de 30 minutos de intervalo que toma durante cada media hora 1000000 kW durante 1.8 seg. ó 10000 kW durante 18 seg ó 100 durante 180 seg (3 min) tendrá exactamente el mismo promedio que el que tomó 100 kW durante los 30 minutos.

Desde este punto de vista resultaría mejor utilizar un medidor del tipo logarítmico puesto que la integración logarítmica será una función continua de tiempo, evitando así el problema del seccionamiento de la carga.

DESVENTAJAS DE UN MEDIDOR DEL TIPO LOGARITMICO.-

- En un medidor de este tipo, el Intervalo de Demanda no está claramente definido, de manera que no se tienen valores discretos de demanda, sino continuos, este hecho dificulta la toma de datos requeridos para un análisis de las curvas de carga.

- En abonados industriales grandes, donde existen mediciones de Demanda máxima, se puede justificar el hecho de que un determinado usuario seccione su carga con la finalidad de que su Demanda Máxima parezca menor, sin embargo, este es un caso aislado el cual no sucede en la mayoría de abonados los mismos que no tienen este tipo de medida.

- El elemento térmico utilizado en este tipo de medidores, puede presentar ciertas características similares a las de algunos elementos de los equipos eléctricos, pero es evidente que dicho elemento, se aproximará más a un solo tipo de equipo de forma que las características del medidor pueden no corresponder precisamente al resto de equipo eléctrico, debido a las variaciones en las

constantes térmicas de los mismos. Con esto se quiere decir, que un medidor térmico no describe el comportamiento térmico de los equipos eléctricos (6).

1.4.2.3 INTERVALO DE DEMANDA Y DURACION DE LA CARGA.-

Es obvio que cuanto mayor sea el intervalo de tiempo en una medición menor será la probabilidad de obtener una carga estable durante este intervalo de tiempo, por tanto, mayor será la diferencia entre los promedios arimético y logaritmico. Por tanto se necesita especificar un intervalo en el cual se garantice que la variación de la carga caiga dentro de límites adecuados, de manera de no tener medidas que no respondan al objetivo de la medición, por tanto es muy importante tener claro el porqué se realiza tal o cual medida. Es por esto que no se ha encontrado un intervalo de demanda normalizado, pues los fines de un registro de energía son variados. Sin embargo, los intervalos de demanda a nivel consumidor residencial y comercial son generalmente de 15 minutos y en ocasiones de 30 minutos.

Intervalos cortos de tiempo se han utilizado por el deseo de obtener una compensación adecuada (de parte de compañías públicas) de aquellos usuarios cuyas cargas son inherentemente de tiempo corto o de variedad de picos máximos como excavadoras, sueldas, equipos de calentamiento de corto tiempo, etc..

1.4.3 INFLUENCIA DE LAS CONSTANTES DE TIEMPO TERMICAS DE LINEAS, TRANSFORMADORES, REGULADORES Y OTROS APARATOS EN LA DETERMINACION DEL INTERVALO DE DEMANDA.-

Debido a que el Intervalo de Demanda permite obtener el parámetro Demanda, y puesto que mediante este parámetro se determina la

cargabilidad más adecuada de los distintos equipos y componentes de un sistema, se hace necesario realizar un estudio de las características térmicas de los mismos para que en la determinación de la Demanda se refleje adecuadamente las variaciones de la carga de forma que los efectos térmicos de estas variaciones se puedan cuantificar correctamente en cada uno de los elementos del sistema.

1.4.3.1 DEFINICION DE CONSTANTE DE TIEMPO TERMICA.-

Si se considera la figura 1.15 que simula la elevación de la temperatura en un aparato, se tiene que:

$T(t)$ = Temperatura en función del tiempo

T_i = Temperatura inicial antes del incremento de carga que provoca el incremento de temperatura.

T_u = Temperatura final después de que se ha conseguido una temperatura estable.

t = Tiempo

T_{ao} = Constante térmica de tiempo "Tao" (expresada generalmente en horas).

θF = $T_u - T_i$ = incremento de temperatura debido a un incremento de carga.

La constante de tiempo térmica, T_{ao} , se define como la longitud de tiempo que se requiere para que la temperatura en un aparato cambie desde un valor inicial T_i hasta un valor final T_u si es que se mantiene constante la velocidad de cambio inicial hasta alcanzar la temperatura final.

También, la constante de tiempo, se puede expresar como la longitud de tiempo requerido para alcanzar un determinado porcentaje de incremento de temperatura θ . La constante T_{ao} es el tiempo que

se requiere para alcanzar una temperatura cuyo incremento con respecto a la inicial T_i represente el 63% del incremento total de temperatura θF . Definida de esta manera, la constante de tiempo térmica varía para cada tipo de aparato y depende de diversos factores en cada uno de estos (11).

1.4.3.2 CONSTANTE DE TIEMPO EN TRANSFORMADORES (11), (12) .-

En transformadores se realizan pruebas de variación de carga para determinar el comportamiento del transformador y de sus partes constitutivas ante ellas. A continuación se consideran ciertos parámetros que determinan el comportamiento de un transformador ante estas:

L = Carga impuesta al transformador (kVA)

W = Pérdidas totales (kW)

θF = Incremento de temperatura total debido a la carga L en grados C sobre la temperatura inicial T_i en $t = 0$.

M = Capacidad térmica en kWh/C

K = Constante de radiación en kW/C

$\theta(t)$ = Incremento de temperatura del aceite en C al tiempo t y sobre la temperatura en $t = 0$.

T_{ao} = Constante de tiempo térmica en horas

t = Tiempo en horas

Si el calor irradiado es directamente proporcional al incremento de temperatura del transformador sobre el ambiente, la constante de radiación K se puede obtener de las variaciones de calor:

$$K = \frac{W}{\theta F}$$

donde la temperatura en $t = 0$ se toma como la del ambiente.

Como el calor total generado es igual al calor total irrradiado más el calor almacenado (calor consumido en la elevación de temperatura de varias partes), entonces:

$$W = K \theta(t) + M \frac{d\theta(t)}{dt}$$

y resolviendo esta ecuación resulta que:

$$\theta(t) = \frac{W}{K} \left(1 - e^{-\frac{t}{M/K}} \right)$$

$$\text{donde } M/K = \tau = \frac{\text{Capacidad térmica}}{\text{Constante de radiación}}$$

y reemplazando este valor y de τ en la ecuación anterior:

$$\theta(t) = \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

Además asumiendo que $T(t) = \theta(t) + T_i$

Se llega a:

$$T(t) = (T_u - T_i) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + T_i \quad (1.35)$$

donde la ecuación 1.35 está representada gráficamente en la figura 1.15. Por tanto las constantes de tiempo de transformadores dependen de la capacidad térmica de estos y de la facilidad que tengan para irradiar el calor hacia el exterior. Los valores de estas constantes varían desde 1-2 y 3 horas dependiendo del tipo de transformador.

1.4.3.3 CONSTANTES TERMICAS DE LINEAS.-

Una ecuación similar a la 1.35, se puede plantear para la

variación de temperatura que soporta un cable al producirse un cambio de carga. Hay que anotar que la ecuación 1.35 posee una sola constante de tiempo; la temperatura real está controlada por algunos valores de constantes, pero, en la industria se acepta la aproximación de utilizar una única constante de tiempo ⁽¹³⁾.

Realmente la variación de la temperatura en un cable, a pesar de que tiende a ser exponencial, crece rápidamente al principio y luego despacio, digamos una hora después de la aplicación de carga. Las soluciones basadas en la ley exponencial son tales que presentan bajas temperaturas máximas y tiempos de atraso mayores ⁽¹⁴⁾ que los reales.

Al igual que los transformadores, el problema del calentamiento de las líneas está severamente influenciado por las condiciones de carga que se presenten, pero en estas últimas juega un papel de mucha importancia el ambiente que las rodea. Por tanto, en la constante térmica influirán factores como el tipo de aislamiento, las condiciones de ventilación y refrigeración, la corriente que conducen, y otros factores adicionales.

El calentamiento de líneas aéreas, sin embargo, no representa un problema serio, debido a que estando totalmente expuestas a la atmósfera, la clasificación de una línea está considerablemente influenciada por las temperaturas ambiente y de aquí que la capacidad recomendada para líneas aéreas supera generalmente a la capacidad recomendada para líneas cuya disposición esté dentro de un ducto. Por consiguiente el problema del calentamiento es más serio en líneas que atraviesan ductos.

⁽¹⁵⁾

R.H. Kolks, presenta en 1955 un método para estimar las curvas de incremento de temperatura en cables dentro de ductos, este método matemático es un suplemento al método experimental para

determinar dichas relaciones tiempo-temperatura presentado por L.F. Porter (16) en el mismo año.

La ecuación planteada por Kolks para determinar la temperatura de un cable dentro de un ducto en cualquier instante de tiempo es la siguiente:

$$T_c = T_a + \frac{2}{N} R (H_1 + H_2 + H_3) \left(1 - e^{-\frac{t}{SH}}\right) \quad (1.36)$$

donde:

T_c es la temperatura del conductor en cualquier instante de tiempo (C),

T_a es la temperatura ambiente en grados centigrados,

N es el número de conductores cargados dentro del ducto,

R resistencia a-c de los conductores, por pie,

H_1 resistencia térmica desde el conductor cargado hasta la superficie exterior de los cables, en grados C por vatio por pie.

H_2 resistencia térmica efectiva desde la superficie exterior de el cable hasta el borde interior del ducto C por Watt por pie

H_3 resistencia térmica a través de la pared del ducto C por vatio por pie.

No se ha tomado en cuenta el incremento de temperatura que sufren el empaque del ducto y la tierra alrededor de él.

H es la suma de H_1 , H_2 y H_3

S es una constante que involucra a las capacidades

térmicas del conductor, del aislamiento, del ducto y los espacios entre el conductor y el ducto. Viene dada en vatio-hora por pie por grado C.

I corriente en amperios.

El producto SH determina la constante de tiempo que vendrá dada en horas.

La figura 1.16 muestra el incremento típico de temperatura para el caso de cuatro cables 4/0 dentro de un ducto de 4 1/2 pulgadas (ducto de fibra) con una corriente de 525 Amp., la misma que se mantiene constante durante 4 horas. En la misma figura la temperatura calculada mediante la ecuación 1.35 se dibuja en líneas cortadas y se muestra que para cortos periodos de tiempo se obtienen valores considerablemente altos de temperatura comparados con los que realmente se tienen. Para corregir en parte el error que se comete al considerar constante la resistencia del cobre, la ecuación 1.35 se puede expresar como sigue:

$$T_c = T_a + F \left(\frac{1}{1 - a.F} \right) \quad (1.35.a)$$

donde: a; es un coeficiente de temperatura de resistencia para el cobre por grado C, pudiéndose expresar a F como:

$$\oplus F = NI RH \left(1 - e^{-t/H_s} \right) \quad (1.37)$$

La ecuación 1.37 también se encuentra en la figura 1.16. El

aislamiento utilizado por los cables es de tipo RW-RH y teniendo un blindaje de neopreno de 4/64 de pulgada. Se realizaron dos distribuciones de los cables dentro del ducto, en la cual se los mantuvo unidos adoptando una distribución apretada y otra en la que se permitió a los cables colocarse aleatoriamente provocando una distribución aleatoria.

1.4.3.4 VALORES CARACTERISTICOS DE CONSTANTES TERMICAS DE APARATOS.-

El incremento de temperatura de una pieza o un aparato está gobernado por la relación de las pérdidas internas de energía a las facilidades para disipar el calor generado y al tiempo permitido al calor para distribuirse lejos de su fuente. Todos los estos factores están sujetos a una gran variación de acuerdo al tipo de equipo o pieza a la que se haga referencia.

A continuación se presentan valores típicos de constantes de tiempo térmicas que no nacen precisamente de un cálculo matemático, sino más bien son valores empíricos pero, como en el caso de los transformadores, representan un promedio de las varias condiciones que se pueden obtener de las diversas condiciones ambientales y de trabajo de los aparatos.

En el caso de las líneas en cambio, se presentan valores "críticos" de constantes de tiempo, puesto que se han obtenido en condiciones también críticas. La siguiente página detalla los valores de las constantes térmicas (12), (15)

- TRANSFORMADORES		CONSTANTE en Horas
TIPO		
.Trafos de distribución y de potencia sumergidos en aceite:		
' DA'ó DW, autoenfriado o por medio de agua		3.0
' DA/FA, autoenfriado o por medio de aire forzado		2.0
' FQA, FQW, DA/FQA/FQA ó DA/FA/FA Aceite forzado con aire forzado o agua agua forzada, ó enfriado mediante aire forzado		1.5
..Trafos de distribución tipo overhead (para poste) inmerso en aceite mineral, asumiendo un incremento de 55 grados C, temperatura ambiente 30 grados C y asu- miendo que la temperatura del aceite es la media del transformador		3.0
- REACTORES		
' DA ó DW		3.0
' DA/FA		2.0
' FQA, FQW, DA/FQA/FQA ó DA/FA/FA		1.5
- LINEAS		
' Siete conductores 4/0 en ducto de fibra a una temperatura ambiente de 25 grados C		0.693 (42 min)
' Cuatro conductores de 500kCM en un ducto de fibra a temperatura ambiente de 25 grados centigrados		0.943 (57 min)
' Cuatro conductores de 750kCM en ducto de fibra y temperatura ambiente de 25 grados centigrados.		1.175 (71 min)

Nota: Los valores para líneas, han sido obtenidos en la forma que indica la referencia (15)(Kolks) y responden a una aproximación exponencial. El aislamiento de las líneas es de tipo RH-RW (Resistente a la humedad y al calor).

Hay que anotar que los valores reales de constantes de tiempo como dependen de varias condiciones son difíciles de obtener, sin embargo, Porter presenta algunos gráficos de incremento de temperatura en cables dentro de ductos y los compara con aquellas curvas de incremento de temperatura del mismo tipo de conductor en el aire libre. Estas curvas son de tipo exponencial y en estas se puede notar claramente que el problema del calentamiento de líneas es más crítico en lugares cerrados como ductos o instalaciones interiores. En las figuras 1.17, 1.18 y 1.19 se presentan estas curvas.

1.4.4 CONCLUSIONES ACERCA DEL INTERVALO DE DEMANDA.-

Como se ha mencionado anteriormente, para la determinación del intervalo de demanda, hay que tomar en cuenta dos factores, la duración de la carga y la inercia térmica de los aparatos:

1) Duración de la carga.- En este punto influyen dos cosas importantes:

a) El tipo de medidor que se va a utilizar para efectuar el promedio de la carga, puesto que de esto dependerá el valor de la demanda, en otras palabras de esto depende la exactitud de la medida y,

b) el tipo de carga que se pretende medir. En esto influyen los picos de carga que se esperan tener, los niveles energéticos de los transitorios esperados y la política de venta de energía que tenga cada empresa en particular.

2) Las constantes térmicas de los equipos utilizados en distribuir la energía. Es decir, se debe tener en cuenta que el Intervalo de Demanda escogido deberá ser tal que permita determinar el parámetro

demanda sin que por elegir un Intervalo demasiado extenso se afecte, sin desearlo, a la capacidad térmica de los equipos eléctricos, al perderse características de la carga variable. Por otra parte el Intervalo deberá ser lo suficientemente extenso para eliminar variaciones de carga transitoria que no interesan en cuanto no afecten la capacidad térmica de los equipos.

De acuerdo a los valores de constantes térmicas indicados anteriormente, el valor del Intervalo de Demanda tiene un límite superior que está en el orden de los 42 minutos, valor en el cual ciertas constantes térmicas de líneas comenzarían a ser menores que el Intervalo elegido. El límite inferior, no está determinado, pero depende del tipo de carga que se requiera medir, así por ejemplo, será aconsejable reducir el Intervalo para cargas transitorias fuertes como soldadas, grandes motores en el arranque, y otras.

1.4.5 JUSTIFICACION DEL TIPO DE MEDIDOR A UTILIZAR EN ESTA INVESTIGACION.-

Los medidores que la Empresa Eléctrica Quito posee, en su gran mayoría son del tipo de disco de inducción, y en estos la velocidad de giro del disco es proporcional a la carga conectada en la instalación de la cual se mide el consumo de energía. En otras palabras, si en un intervalo de tiempo preestablecido, se cuenta el número de vueltas que da el disco del medidor, se obtendrá un valor proporcional a la energía consumida durante ese intervalo. Esta es una forma de medición de la demanda en la cual se utiliza un promedio aritmético.

En la investigación que se pretende realizar, se deben aprovechar los medios computacionales para el procesamiento de datos. Esto se

puede hacer fácilmente si se escoge un registrador de demanda que almacene valores "discretos" de demanda cada cierto Intervalo de Demanda. De otra forma la recopilación de la información resultaría ser mucho más complicada. Debido a esto se ha diseñado un registrador que almacena el número de vueltas en un dispositivo de memoria digital cada cierto Intervalo, es decir, se obtendrá un valor de demanda obtenido a través de un promedio aritmético.

Por otra parte, como la orientación de este trabajo está enfocada hacia los consumidores tipo distribuidos de la E.E.Q.S.A. no se esperan tener picos de carga pronunciados, y menos aún abonados que deliberadamente seccionen su carga, pues el tipo de abonados en los que se realizarán las mediciones no tienen medidas de demandas máximas.

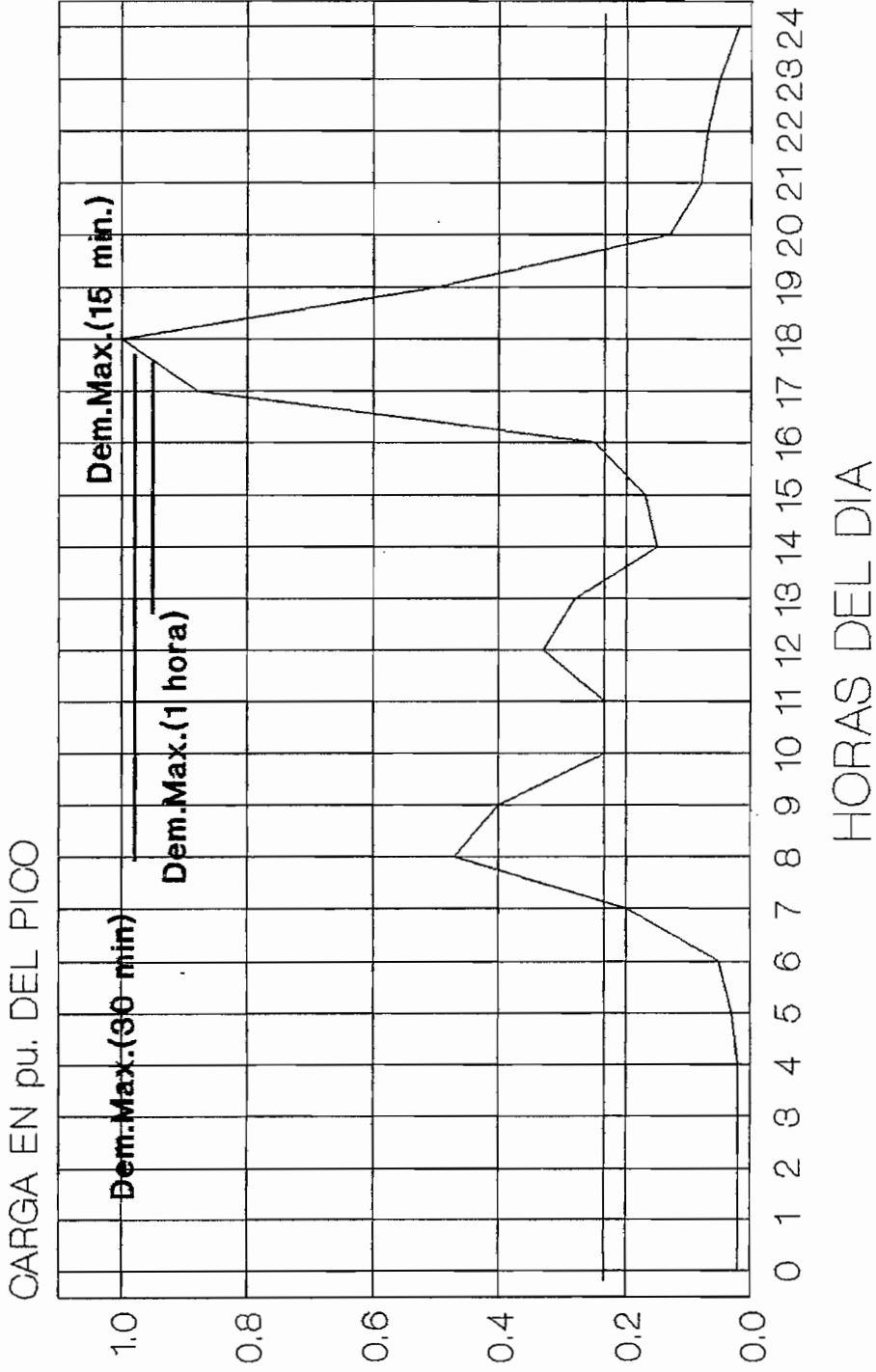
1.4.6 SELECCION DEL INTERVALO DE DEMANDA.-

Por lo tanto, el escoger un intervalo de demanda de quince minutos o hasta de treinta minutos resulta conveniente para el propósito que atañe a este trabajo el cual es determinar los parámetros de la demanda. En abonados de tipo industrial, se puede quizás pensar en utilizar un Intervalo menor, debido a la presencia en su carga instalada de motores, sueldas, esmeriles y otros aparatos para los cuales se justificaría obtener una curva de carga un poco más detallada, considerando la influencia que estos aparatos podrían ejercer sobre los elementos de la red de distribución.

Si es que en el procesamiento de datos se requiere que la magnitud de los mismos no supere ciertas cantidades de memoria en un computador, se puede obtener valores de demanda para un Intervalo como el de treinta minutos el cual requiere menor capacidad de

almacenamiento de datos.

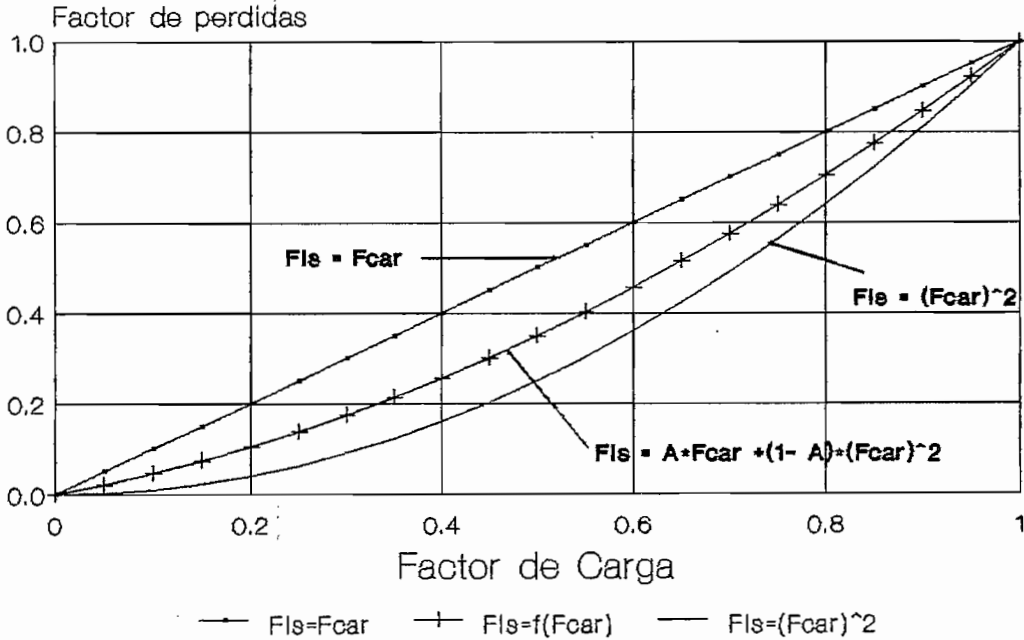
Figura 1.1
VARIACION DE LA DEMANDA CON EL INTERVALO



— Curva de Carga - - - DEMI.MEDIA=284pu.

Figura 1.2

Factor de carga Vs. Factor de Perdidas



REFERENCIA (6)

Figura 1.3

Característica de carga anual Vs. Numero de abonados.

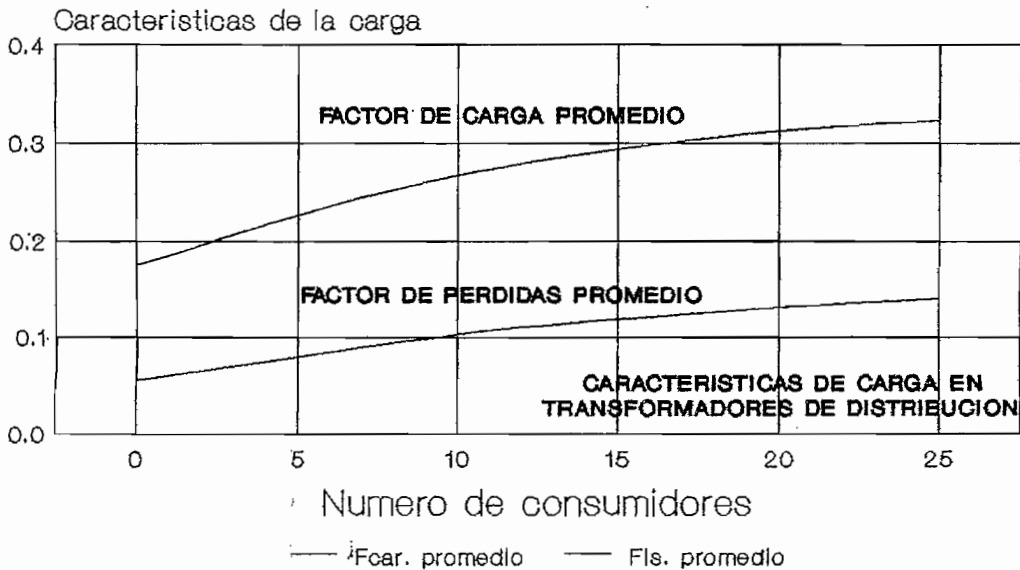
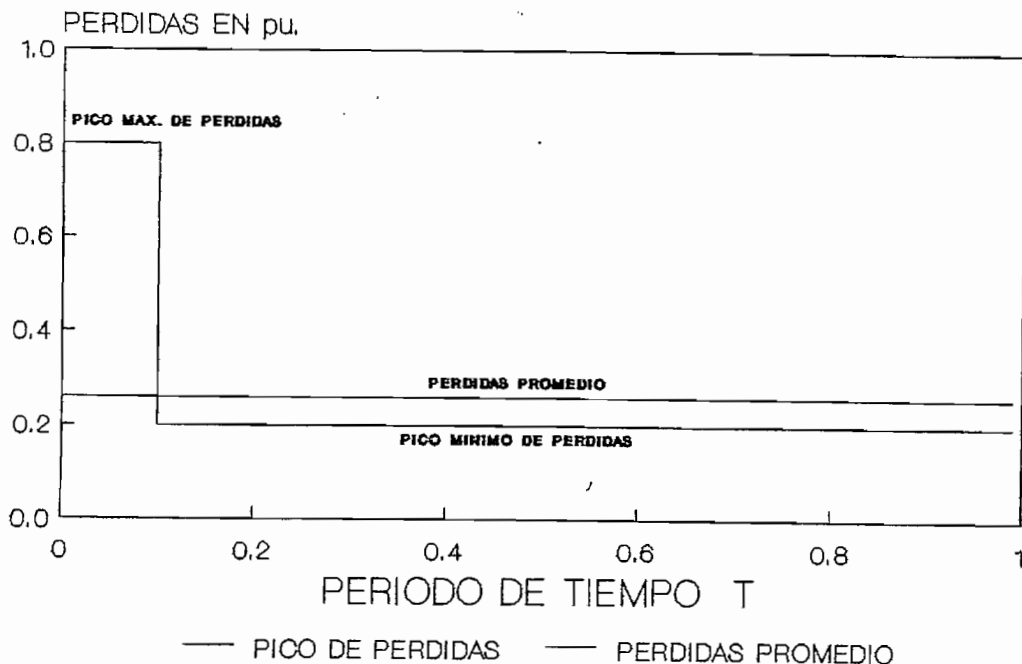
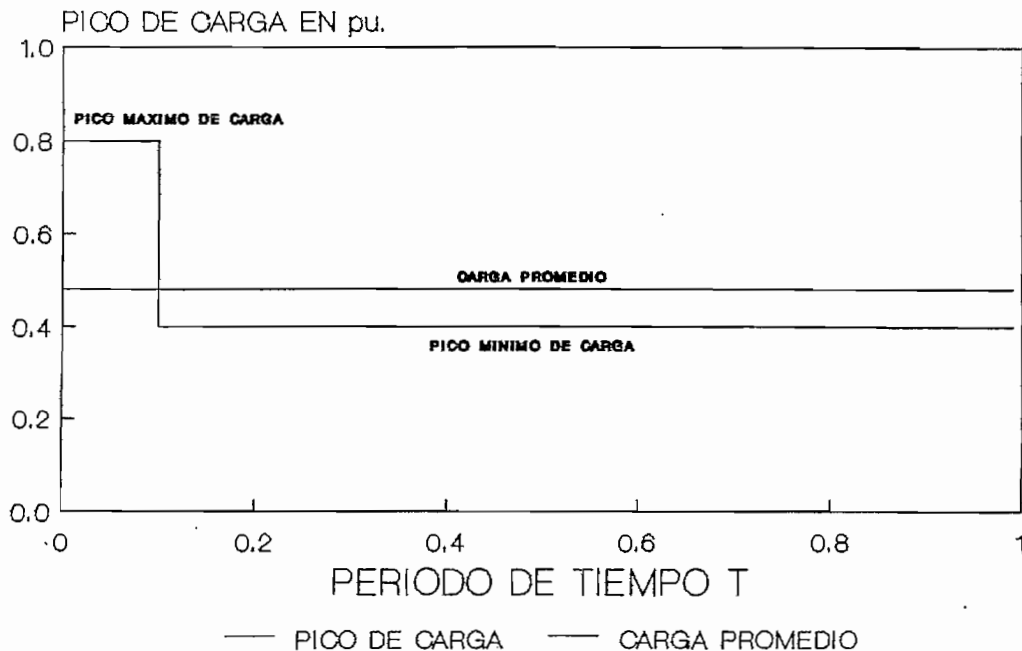


Figura 1.4
FUNCION PASO HIPOTETICA DEL CICLO DE
CARGA PARA ESTABLECER LAS PERDIDAS



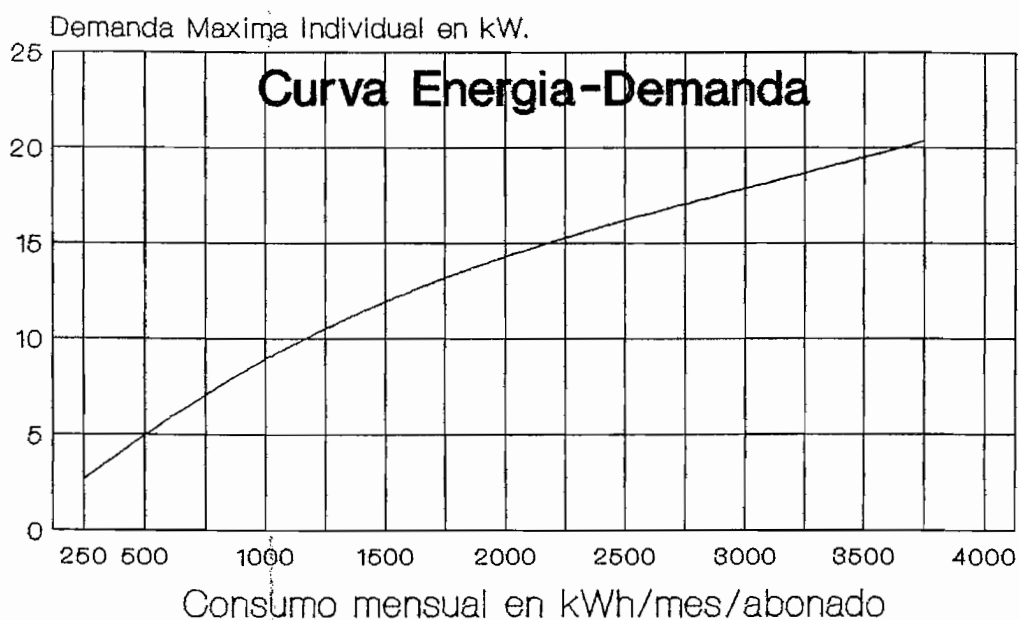
REFERENCIA (6)

Figura 1.5
FUNCION PASO HIPOTETICA DE CARGA PARA
ESTABLECER LAS PERDIDAS



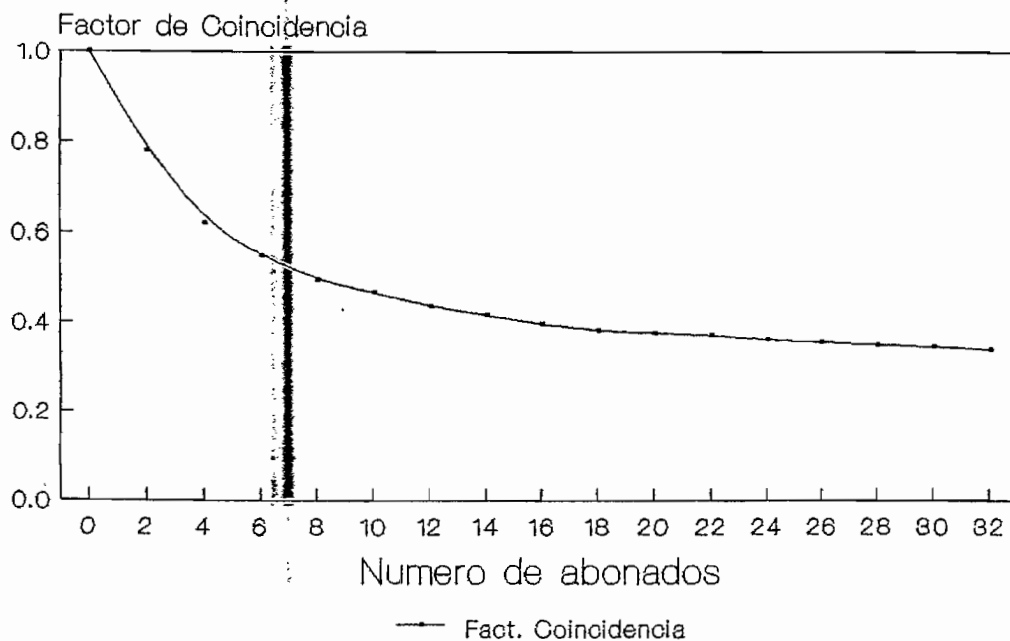
REFERENCIA (6)

Figura 1.6
kWh/mes/abonado Vs. DMU



REFERENCIA (2)

Figura 1.7
Factor de Coincidencia Vs. # de abonados



REFERENCIA (2)

Figura 1.8
Nomograma de estimación de demanda a
partir de un consumo de 4 meses (kWh)

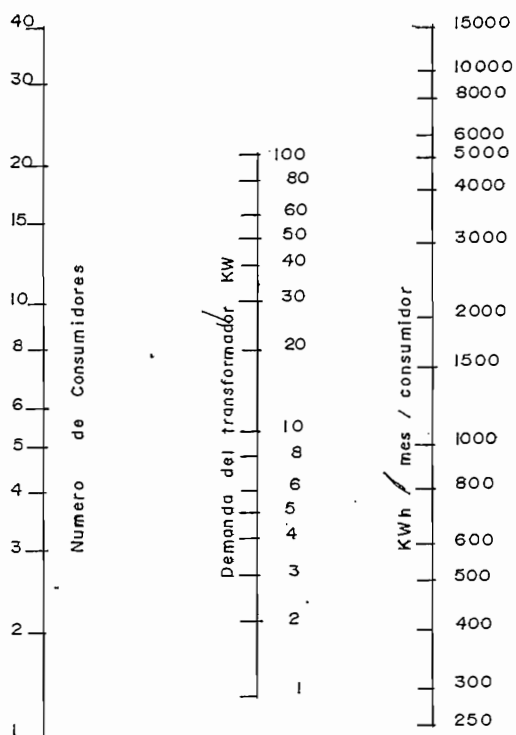
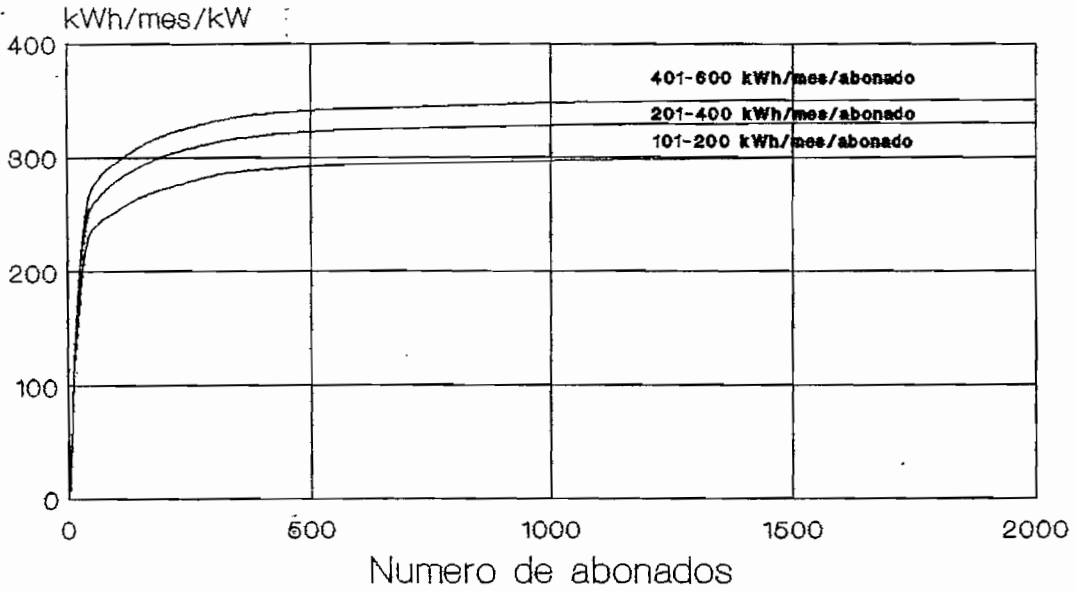


Figura 1.9

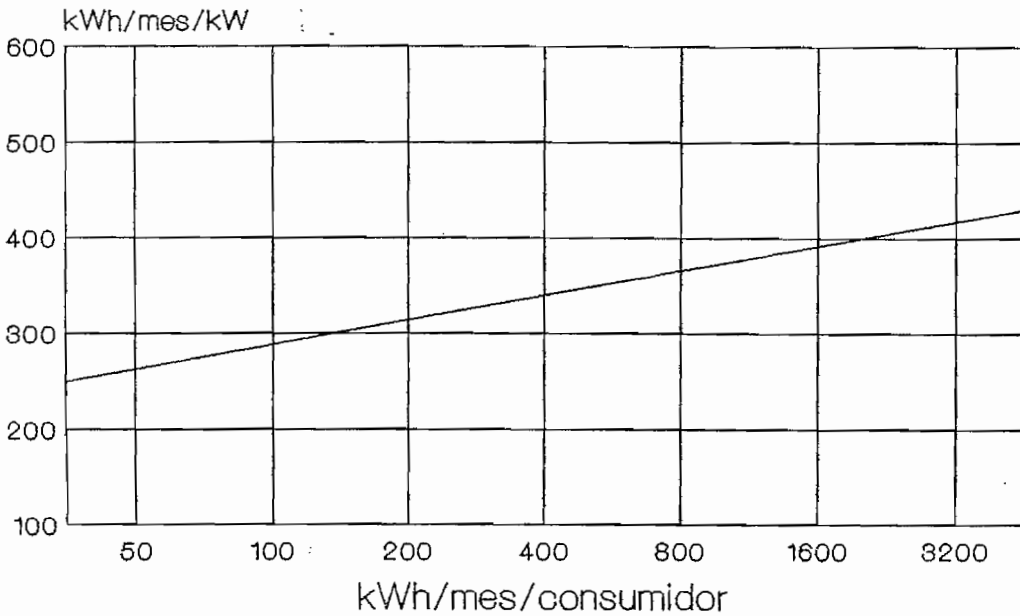
kWh/mes/kW Vs. # de abonados



REFERENCIA (8)

Figura 1.10

kWh/mes/kW Vs. kWh/mes/consumidor



REFERENCIA (8)

Figura 1.11

Nomograma para la determinacion de la demanda diversif. a partir de kWh/mes.

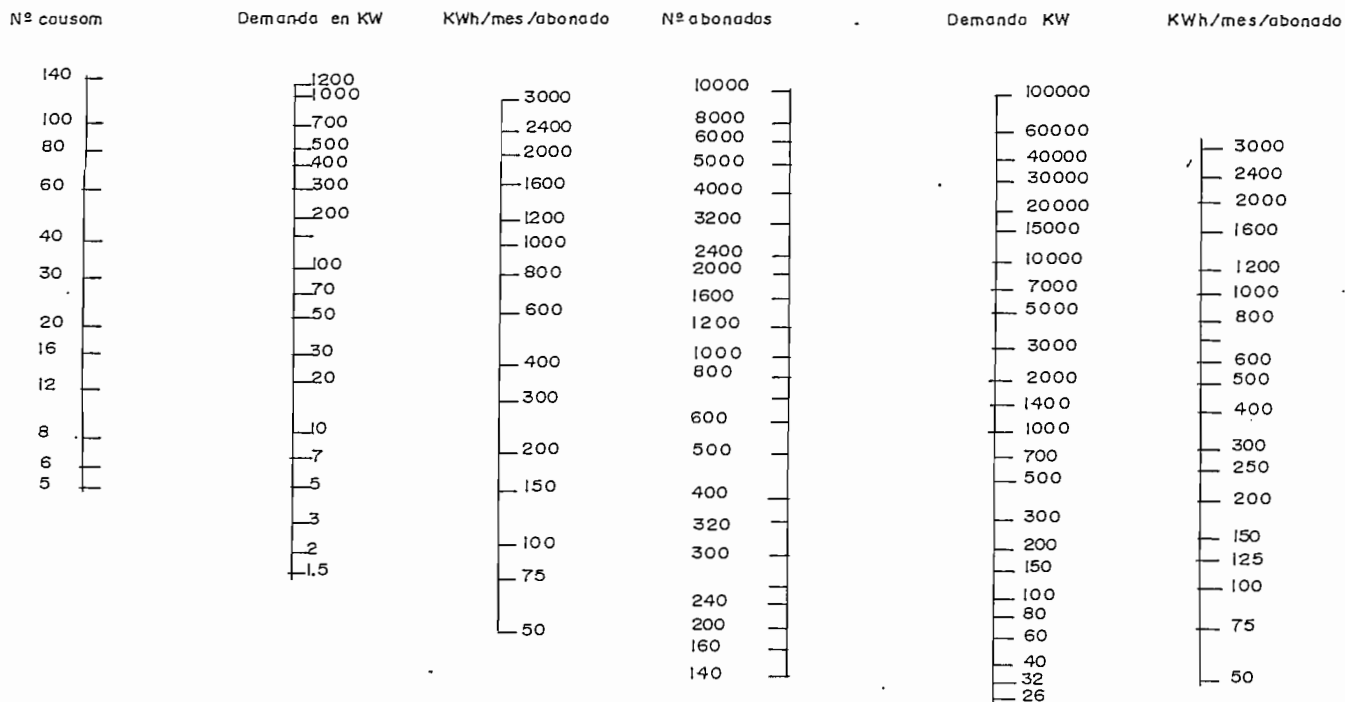
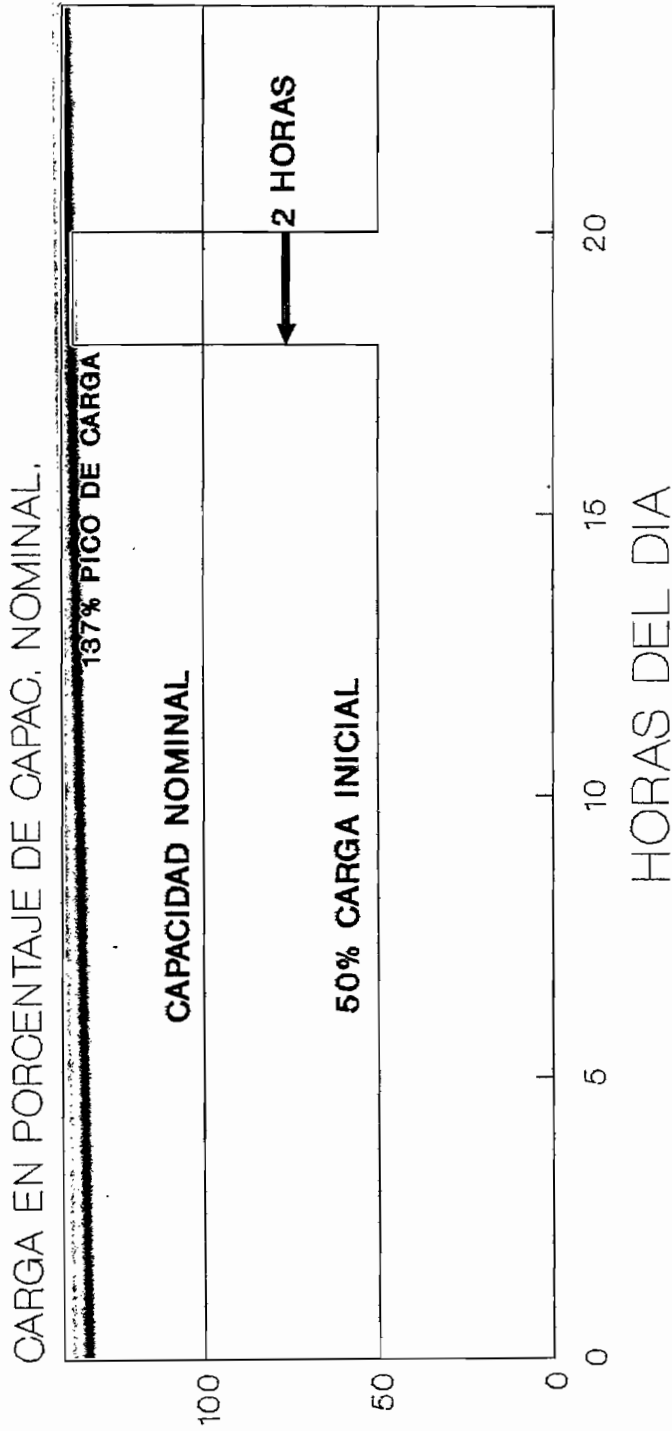


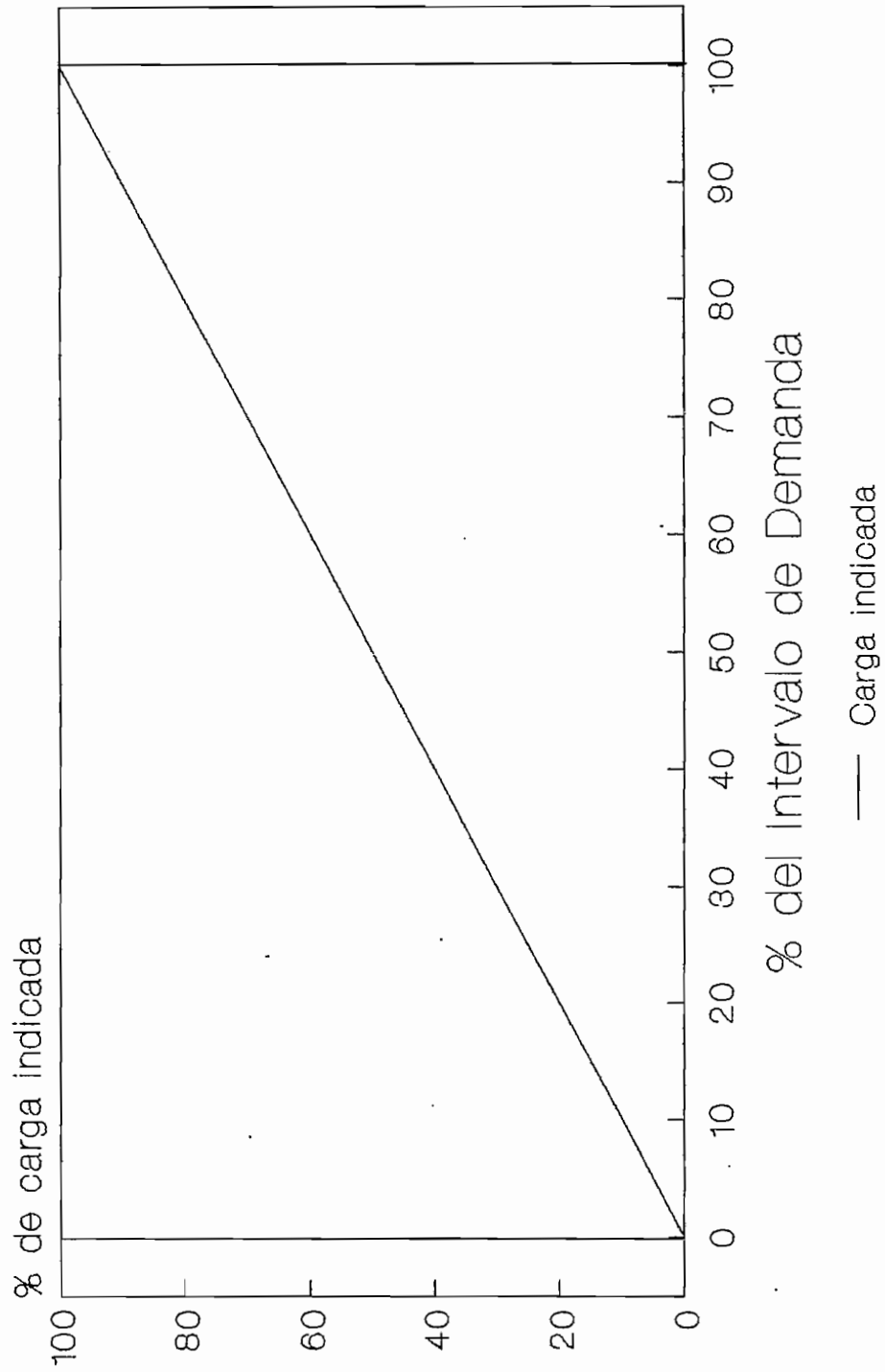
Figura 1.12

Curva de carga diaria equivalente de un transformador de distribución.



Curva de carga diaria equivalente rectangular expresada en porcentaje de la capacidad nominal. REFERENCIA (24)

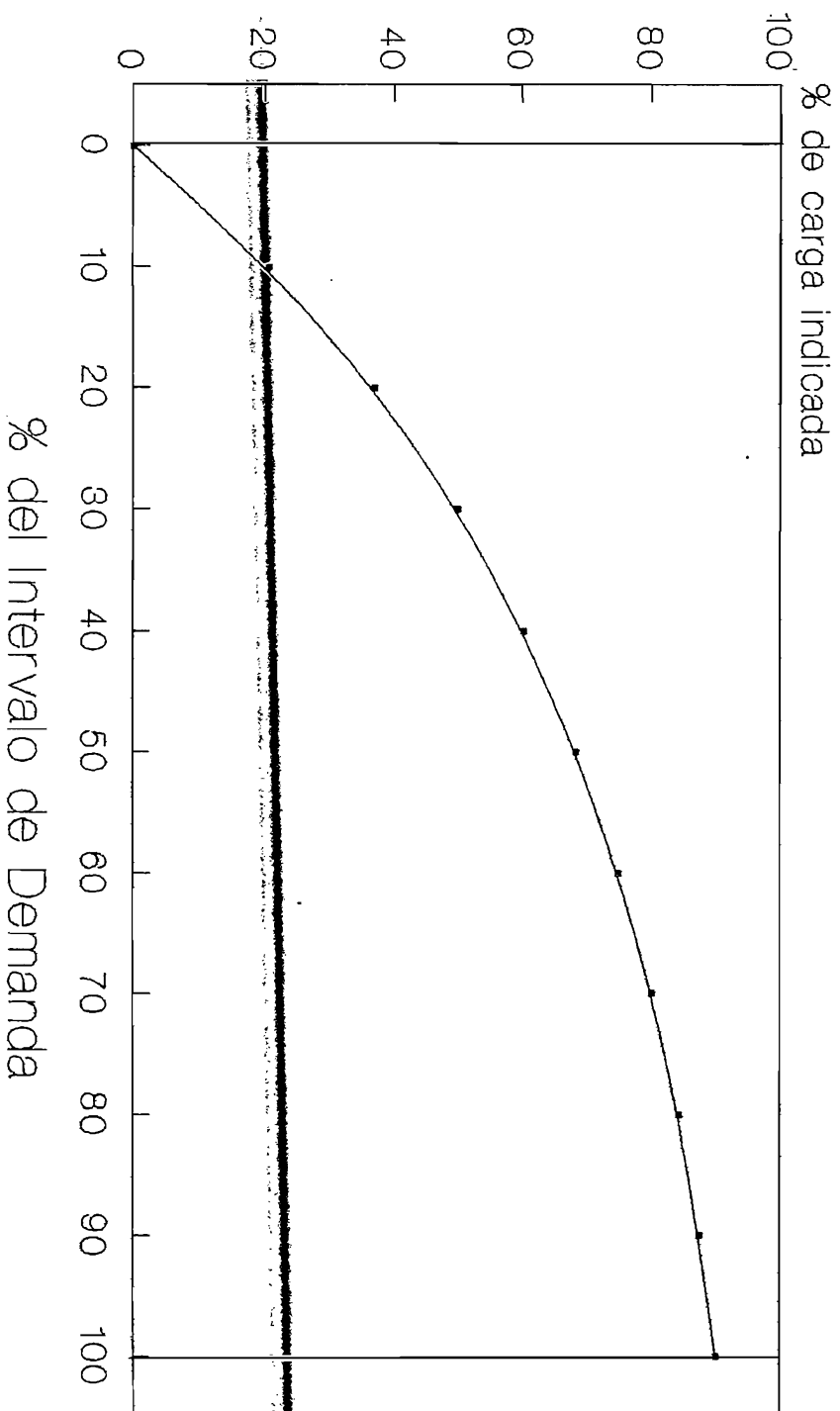
Figura 1.13
Respuesta de un medidor tipo integrador



Respuesta de un medidor tipo Integrador
a una carga conectada subitamente.
REFERENCIA (18)

Figura 1.14

Respuesta de un medidor tipo logaritmico



Respuesta del medidor a una carga súbita
REFERENCIA (18)

Figura 1.15

Curva de incremento de la temperatura en funcion del tiempo

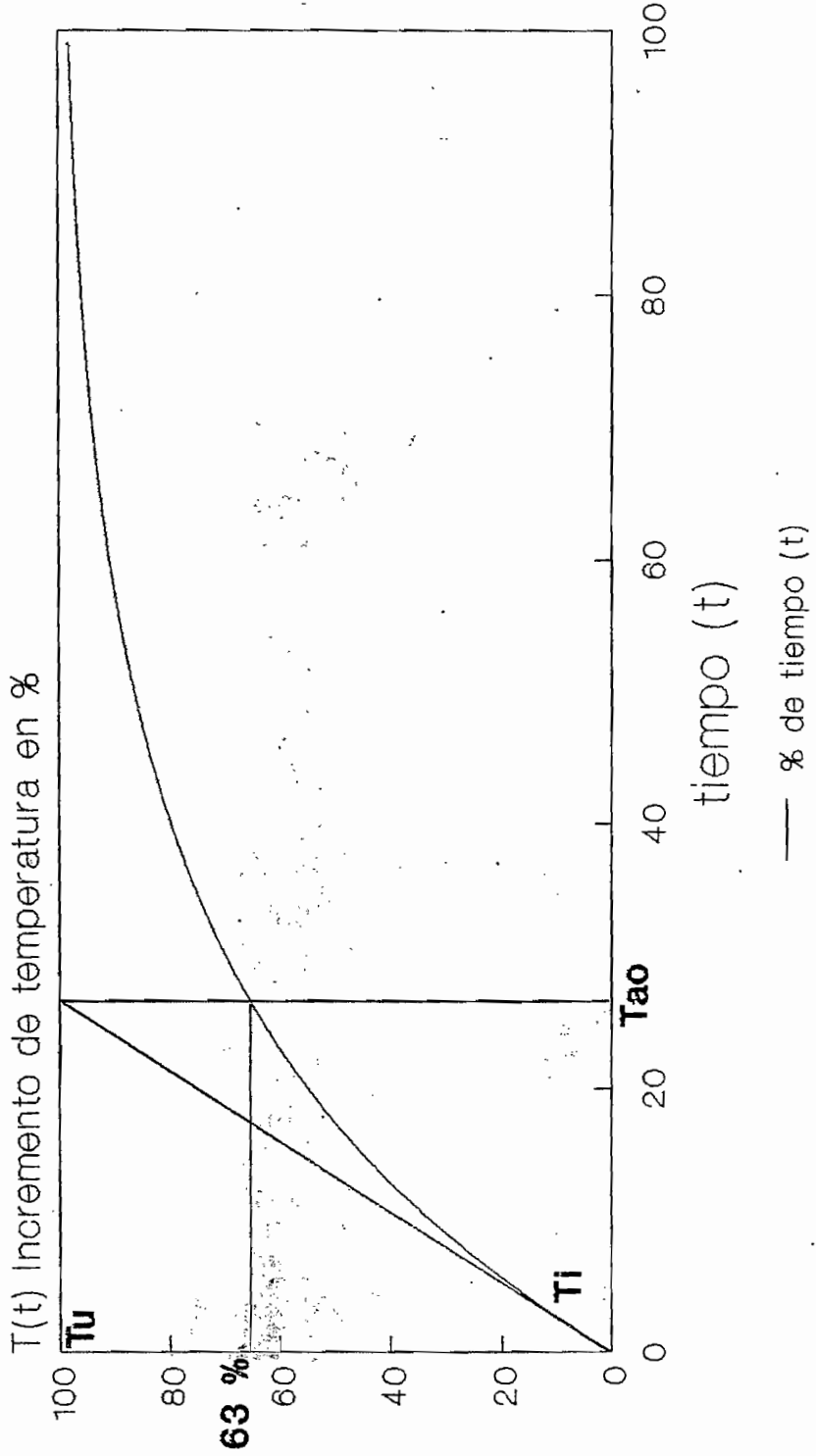


Figura 1.16

Incremento de temperatura en cables.

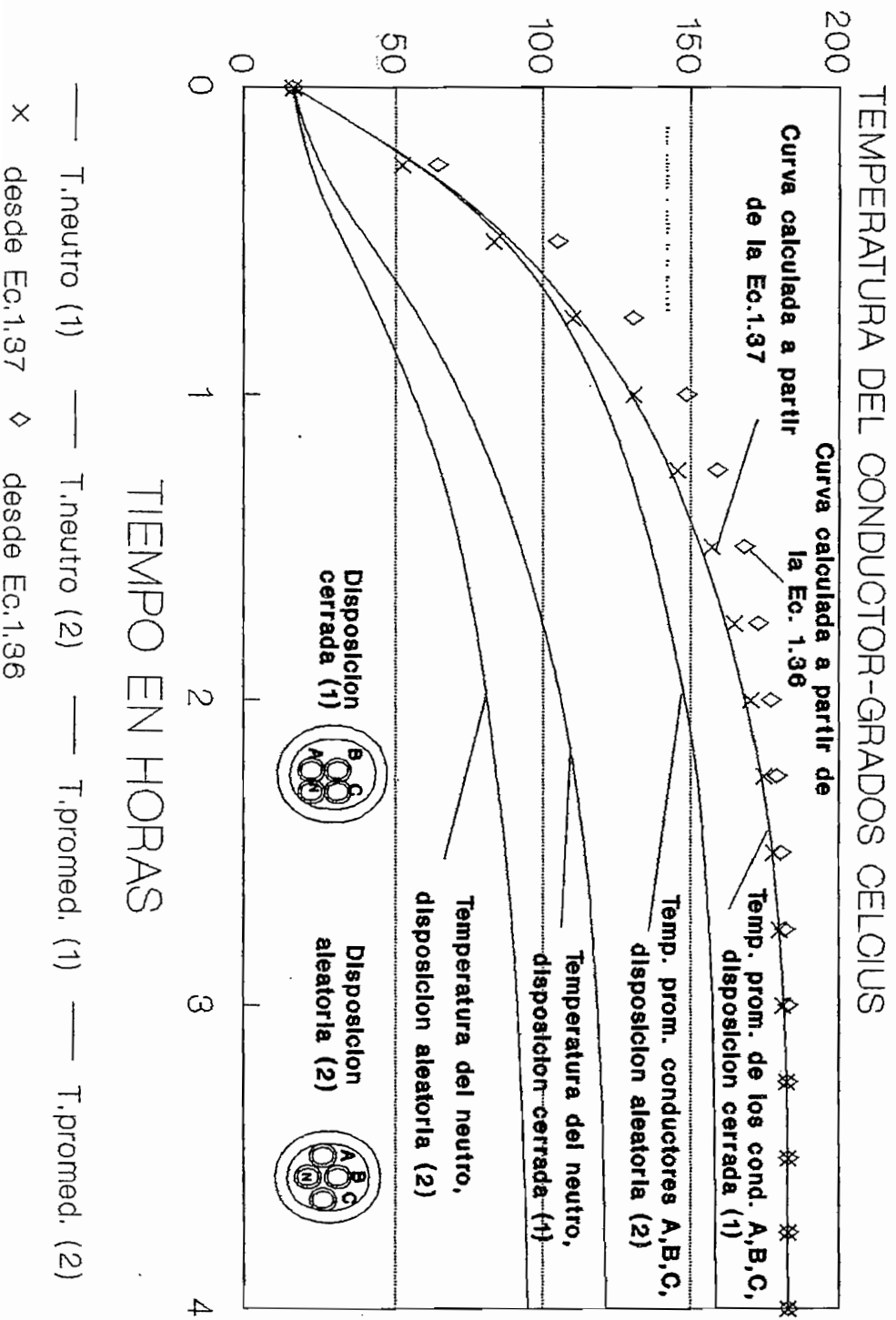
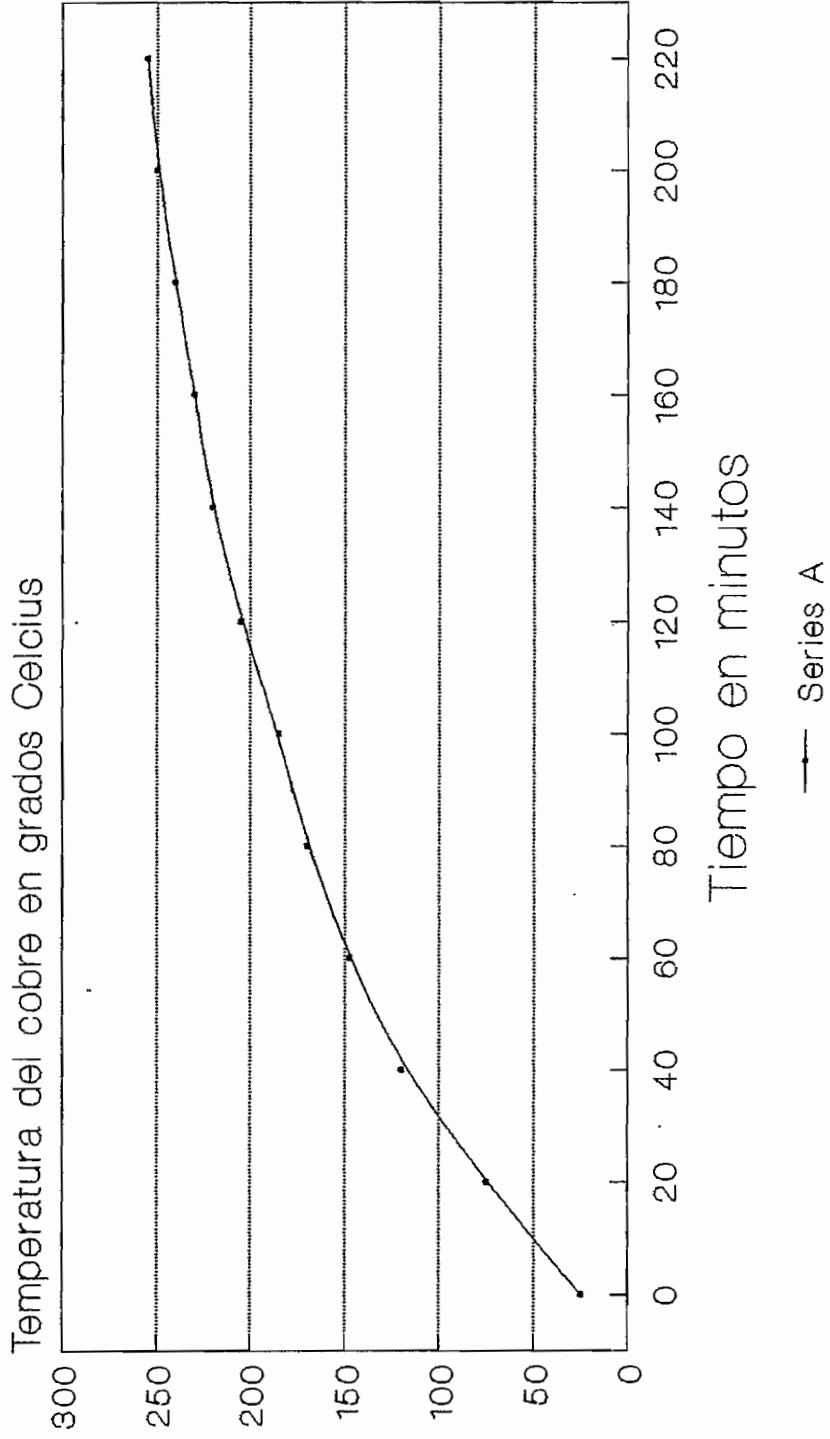


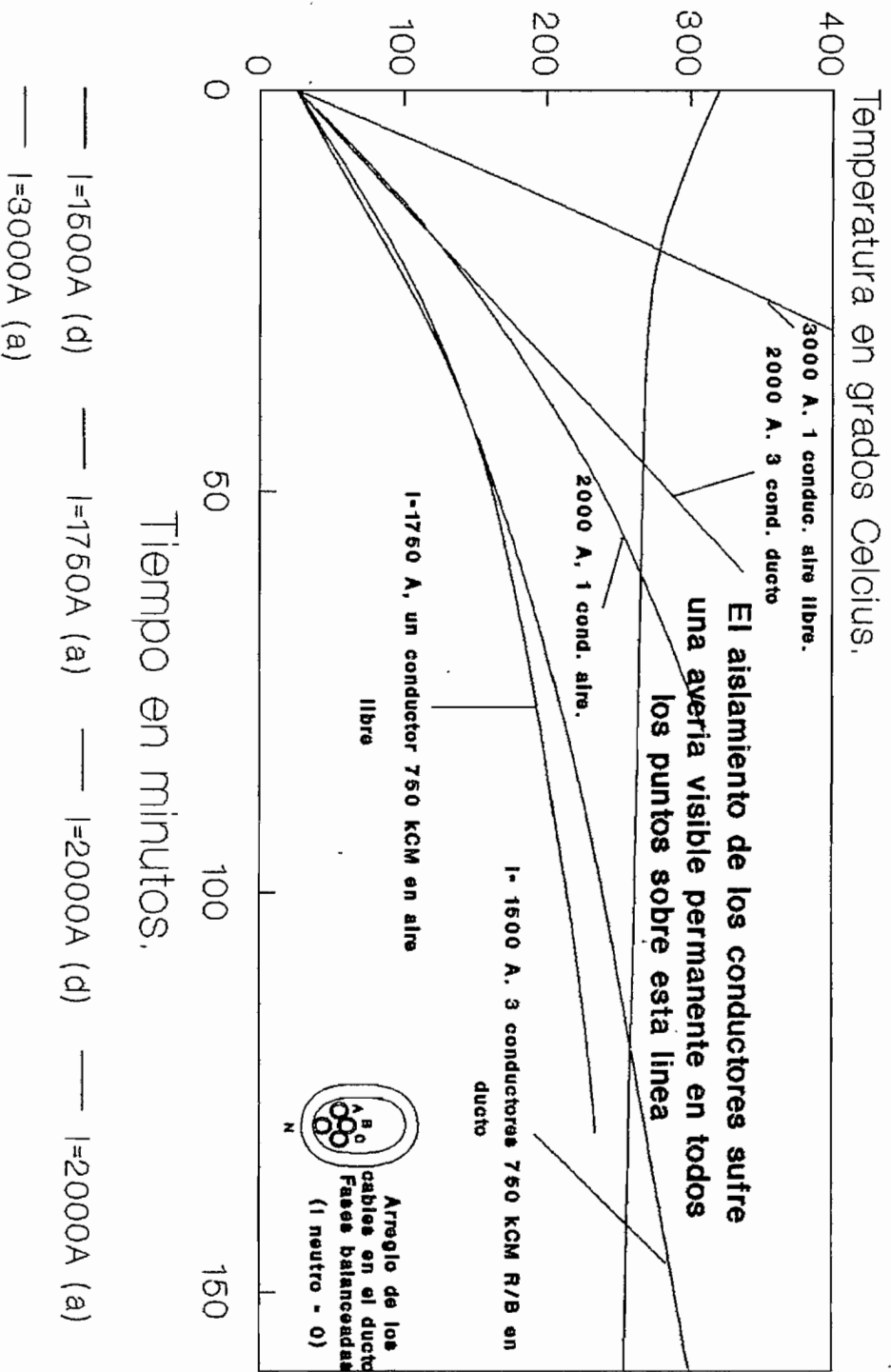
Figura 1.17
Características tiempo temperatura
para 6 cables 4/0, R/B.



REFERENCIA (16)

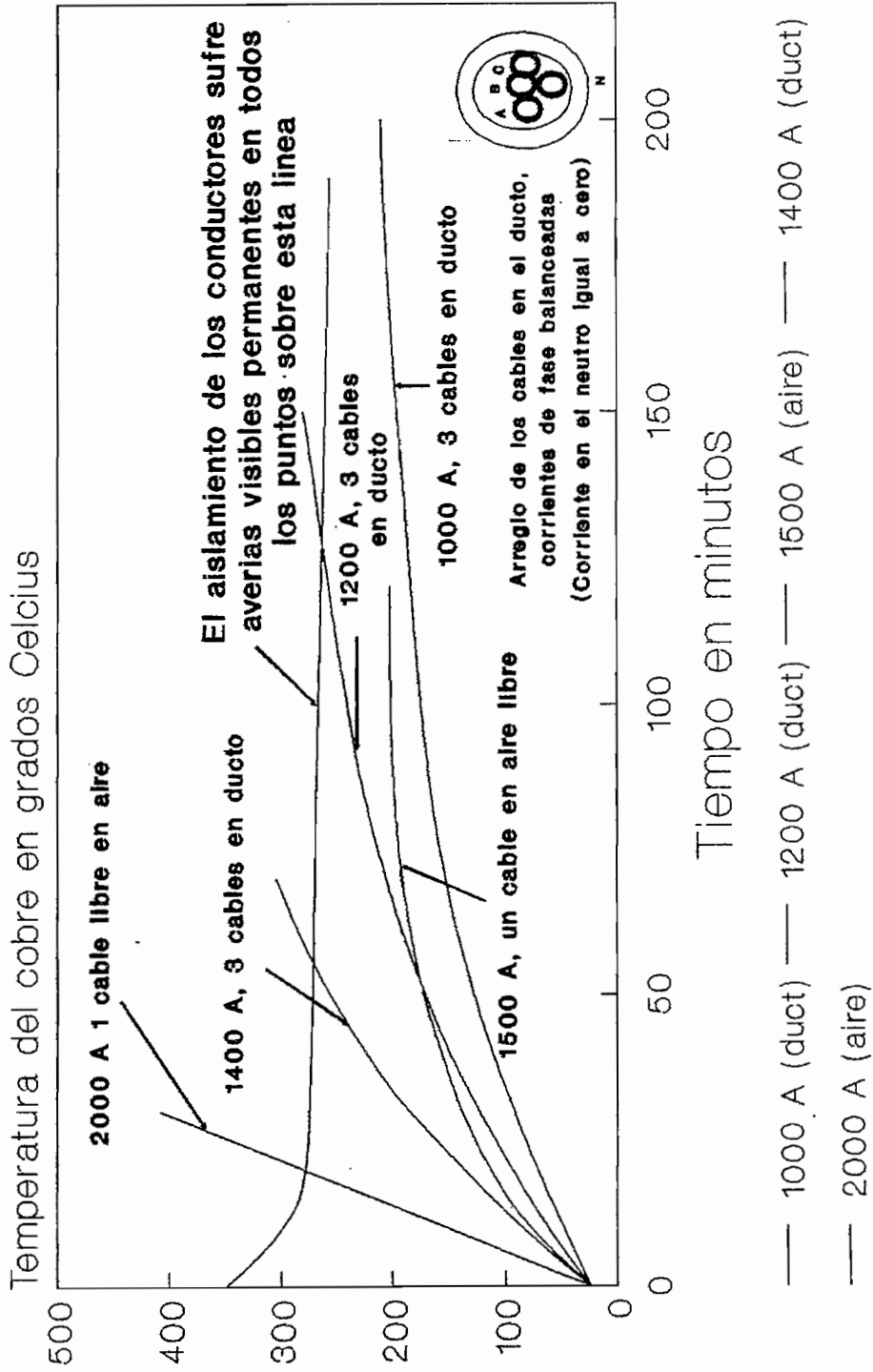
Figura 1.18

Características tiempo-temperatura para cables de 750 KCM R/B en ducto y aire.



REFERENCIA (16)

Figura 1.19
Características tiempo-temperatura para
3 y 1 cables 500 kCM R/B en ducto y aire



REFERENCIA (16)

CAPITULO SEGUNDO

PARAMETROS PARA ABONADOS TIPO RESIDENCIAL

2.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION PARA ESTE TIPO DE ABONADOS.-

2.1.1 INTRODUCCION.-

La razón por la cual se gasta dinero en investigaciones de carga es que los resultados a obtener, pueden ser utilizados inteligentemente en el diseño y planificación de sistemas de distribución, análisis de costos, diseño de estructuras tarifarias y promoción de ventas.

Debido a que de las características de consumo de los abonados de tipo Residencial de la Empresa Eléctrica Quito, se conoce muy poco, se ha considerado conveniente realizar un estudio con la finalidad de evaluar su comportamiento eléctrico tanto a nivel individual, como a nivel transformador de distribución y en general a nivel del conjunto de abonados de este tipo. Si se toma en cuenta que el porcentaje de abonados Residenciales con respecto al total (84,3%, para la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.) es alto, siendo la energía facturada correspondiente a este sector el 43,63 % de la total, se comprenderá además que la incidencia en el pico de carga del sistema será elevada, por lo que es indispensable investigar su comportamiento eléctrico.

El propósito fundamental de realizar un estudio en abonados tipo residencial es la correcta administración de carga en los transformadores de distribución, de manera que estos puedan utilizarse de

forma óptima eliminando al máximo las pérdidas y sacando el máximo provecho de su capacidad de sobrecarga sin afectar su vida útil. Para esto necesitamos obtener las características fundamentales de la carga residencial, las mismas que se reflejan en varios parámetros que deberán obtenerse convenientemente de la investigación a realizar a través de mediciones y encuestas de campo y de un proceso computacional adecuado. Dicho proceso deberá ordenar la información obtenida y derivar los parámetros útiles para el propósito. Por otra parte, el estudio a realizar tendrá que ser planeado de tal manera que se guarde un equilibrio entre el costo económico y la confiabilidad y requerimientos técnicos de los resultados a obtener. Así mismo se pretende determinar en forma aproximada la incidencia de estos abonados en el sistema.

(2)

2.1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.-

Una lista representativa de los problemas en los que se pueden aplicar datos de carga se presenta a continuación:

1. Predicción de carga mediante la determinación de clases de picos de carga de un sistema.
2. Determinación de cargabilidad de transformadores de distribución, alimentadores primarios y subestaciones para su utilización en la planificación del sistema.
3. Determinación económica de políticas de promoción de aparatos basados en el efecto causado sobre la carga del sistema por características de carga de varios artefactos.

4. Desarrollo de curvas de carga en varias partes del sistema como base de diseño para propósitos específicos.

5. Investigaciones periódicas de la cargabilidad de los transformadores de distribución y desarrollo de cuadros de evolución de carga.

6. Determinación de costos de servicio de grupos de carga individuales como una base para evaluar cuadros nominales de corriente.

2.1.3 ALCANCE.-

En este trabajo, se pretende definir el procedimiento a seguir para obtener características de carga adecuadas, de forma que se pueda sacar el mayor provecho de los datos de las medidas a realizar, teniendo presentes los objetivos y usos fundamentales para los cuales cada parámetro se aplica.

No se desea, por no ser práctico, definir todos los detalles de la investigación, pero si interesa delinear los pasos fundamentales que deben seguirse para asegurar que los objetivos generales de la investigación se consigan.

2.2 PARAMETROS REQUERIDOS PARA UN ABONADO TIPO RESIDENCIAL.-

2.2.1 FACTORES A OBTENER EN EL ABONADO TIPO RESIDENCIAL.-

En el capítulo anterior, punto 1.2.4.1, se han expuesto muchos de los usos que se pueden dar a los parámetros de carga, sin embargo, es interés de la investigación obtener parámetros que se utilicen a plenitud. Interesan aquellos que conduzcan a conseguir los objetivos del trabajo, es decir, una adecuada administración de carga en los transformadores de distribución y la determinación de

parámetros útiles en el diseño y dimensionamiento de redes de distribución.

Se deja abierta la posibilidad de que se determinen, en caso de ser necesario, una serie de parámetros como los detallados en el amplio espectro, pero no se incluye en el procesamiento de datos la manera en que deben ser obtenidos. En el capítulo primero se han expuesto muchos criterios que deben ser considerados en la obtención de cualquier parámetro que se considere necesario.

FACTORES A OBTENER POR ESTRATO.-

Para la realización de una investigación de carga como la que es tema de esta tesis, se ha considerado la posibilidad de estratificar a la población residencial, es decir, a través de un muestreo estratificado, determinar las características básicas de el total de la población. La característica en la cual se basa la estratificación es el consumo mensual de energía, y se ha escogido debido a que sus valores son conocidos gracias a los registros de facturación de la E.E.Q.S.A.. El tema de la definición de la estratificación más adecuada para esta población se trata detalladamente en la referencia (1), que es el tema complemento a lo tratado en este trabajo. En dicha referencia, se plantea el estudio estadístico pertinente de manera que se encuentra un diseño óptimo considerando tanto la disponibilidad de equipo así como los criterios matemáticos útiles en la configuración de la estratificación más adecuada.

Antes de planear cualquier otra actividad, lo principal es saber que se quiere conseguir en la investigación. En el punto 2.1.2 se

han detallado los objetivos generales de una investigación de carga. En esta investigación interesan aquellos parámetros que:

- Permitan un conocimiento de las demandas actuales a nivel abonado, transformador y primario.
- Permitan realizar una estimación de la demanda futura.
- Permitan iniciar la administración de carga en los transformadores de distribución, y
- Permitan lograr un seguimiento y control de la demanda.

De acuerdo a estos objetivos y considerando todos los criterios expuestos en el numeral 1.2.4. se necesita obtener en los abonados de tipo residencial:

- Curvas de carga diarias típicas por estrato, que muestren la demanda diversificada para un día promedio semanal, para un día de fin de semana y, para el día en el cual ocurre la máxima demanda coincidente del grupo de muestra. Este tipo de curvas permitirán conocer el comportamiento eléctrico de los abonados y, a través de estos, el del transformador de distribución, pudiéndose determinar las horas durante las cuales se presentan sobrecargas, así como los períodos de carga menor. Además, se pueden obtener curvas típicas de los abonados individuales, las mismas que ayudarán al departamento de planificación de la empresa para influenciar a los abonados a cambiar su comportamiento de acuerdo a finalidades específicas como el mejoramiento del factor de carga por ejemplo.
- Factores de coincidencia por estrato, esto es curvas entre Fcoín Vs Número de abonados, cuya utilidad resulta importantísima en los

métodos más comunmente utilizados para estimar la demanda.

- Factor de demanda característico del estrato, debido a la gran versatilidad de métodos que utilizan la carga instalada como peldaño hacia la estimación de la demanda máxima.

- Relaciones energía Vs. demanda máxima, puesto que es el parámetro que permite estimar de mejor forma la demanda.

- Factor de potencia por estrato (Se deberán hacer mediciones puntuales sobre este parámetro), pues su importancia en la determinación de los kVA de los centros de transformación y de los distintos equipos de protección exige su exacta determinación.

- Carga instalada en un abonado por estrato, como un paso para obtener los factores de demanda y otras relaciones como carga instalada demanda máxima.

- Relaciones área de vivienda Vs. demanda máxima, debido a la que esto permitirá estimar demandas de grupos de abonados que presenten una distribución similar en el uso del suelo.

- Área de vivienda Vs. kWh/mes, para estimar la demanda a partir del área construida utilizando tanto las curvas energía demanda así como las relaciones entre el factor de coincidencia y el número de abonados.

- Factores de saturación de equipos por estrato. Puesto que este parámetro ha tenido una utilización frecuente en nuestro medio, sobretodo en el método de la E.E.Q.S.A..

- Demanda máxima y valores de esta y, hora de ocurrencia, para el

grupo (estrato), para obtener relaciones varias como la energía-demanda, carga instalada-demanda, área de construcción-demanda, etc..

- Máximas demandas coincidentes por consumidor, horas de ocurrencia, para poder estimar con certeza la carga máxima que debe soportar un transformador y los varios componentes de la red.
- Curva de carga característica por consumidor mostrada como un porcentaje de la máxima demanda por consumidor, tanto para un día promedio de la semana y para un día de fin de semana como para el día pico del grupo, para poder delinear políticas y estrategias de venta de energía, orientar el uso racional de la energía y otros.
- Porcentaje de influencia del estrato en el pico residencial, debido a que no existen datos sobre estos parámetros y no se han podido todavía planificar acciones mediante las cuales se puedan conseguir mejoras en el uso de la energía por parte del usuario residencial.
- Factor de carga individual, valores máximos, mínimos, medios tanto para un período diario como para todo el período de mediciones, debido a la importancia que tiene este parámetro en la optimización de la distribución energética así como en los esfuerzos de las empresas por reducir sus pérdidas a todo nivel, comenzando desde las acometidas eléctricas a los domicilios de los consumidores individuales.
- Factor de carga del grupo de consumidores (estrato), valores máximos, mínimos y medios tanto diarios como para el período

completo de registros. Así se podrá realizar un monitoreo adecuado de los transformadores y componentes de la red.

Debido a que la estimación de la demanda futura es, a más de un problema técnico, un problema socioeconómico, no se pretende a partir de las mediciones de campo determinar factores de proyección de la demanda. Este es un tema que se debe discutir ampliamente con criterios no sólo de ingenieros eléctricos sino de otro tipo de profesionales como sociólogos, economistas, etc..

2.2.2 FACTORES A OBTENER GENERALES PARA EL PERIODO DE MEDICION INTERESTRATO.-

- Factores de coincidencia interestratos.

Este parámetro se debe determinar tanto para la muestra total (todos los estratos) como también para las relaciones entre los estratos (por ejemplo: Fcoin correspondiente entre subestratos 1 y subestrato 2), subestrato 1 y subestrato 3, etc.. Con este tipo de factores se podrá determinar la influencia de cada uno de los estratos en el pico de demanda de la población. Estos datos serán herramientas de gran utilidad cuando se requieran para la planificación de sistemas de distribución.

2.3 PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES, REQUERIMIENTOS TECNICOS, ECONOMICOS Y DE PERSONAL.-

El tiempo mejor empleado en un comienzo es el que se utiliza en pensar y obtener los detalles de la compilación de los datos de prueba, y de todo lo que se deba realizar desde la investigación inicial hasta la transcripción de los registros de demanda. Por

medio de un avance cuidadoso en la planificación, se pueden eliminar errores tanto en la instalación de los medidores como en errores de los instrumentos de medida, los mismos que se podrán detectar más fácilmente, salvando de esta manera datos que en otras circunstancias se podrían haber eliminado.

Por tanto se debe planear de la manera más cuidadosa el como tomar los datos, como grabarlos, como compilarlos, y transcribirlos al computador así como también como procesarlos para obtener los resultados deseados.

2.3.1 CRITERIOS A UTILIZAR EN EL PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES, REQUERIMIENTOS.-

A) TAMANO DE LA MUESTRA.-

Los estudios de las tendencias de las demandas diversificados y factores de coincidencia reportados en el "Manual of Procedure for Load Surveys" ⁽³⁾ de la "Association of Edison Illuminating Companies", con la base de un número creciente de abonados incluidos en el grupo de prueba y la obtención de resultados estadísticos estables, demuestra que un número mínimo de abonados a ser incluidos es de 60 para bajo factor de carga, 40 para factor de carga medio y de 30 para alto factor de carga.

Para el abonado norteamericano medio, de la misma referencia, el número mínimo de individuos es 30; sin embargo, se aconseja formar un margen adicional para mediciones que deberán ser desechadas.

Tomando en cuenta que el estrato asignado como No.5 (cuadro 2.1.)

resulta comparable al norteamericano medio, se considera conveniente, para los estratos de menor consumo, tomar un tamaño de muestra de 60 abonados, con un mínimo de 50 (19).

B) REGISTRADOR.-

Hay que comenzar señalando que el medidor mediante el cual se tomarán los datos de demanda es uno del tipo integrador, es decir, aquel que en intervalo de tiempo predeterminado promedia la carga ocurrida durante dicho intervalo en forma aritmética obteniendo la demanda.

El contador de energía que se utilizará es un medidor común al cual se ha acoplado un sistema digital que cuenta el número de vueltas del disco del medidor durante el intervalo preestablecido.

Este conteo podrá realizarse gracias a una muesca que se realizará en el disco del medidor, a través de un sistema optoelectrónico.

Por otra parte, se ha incorporado en el medidor un reloj de tiempo real con el cual se establecen las horas y fecha en los que deberá iniciar el conteo de número de vueltas. Además el aparato será capaz de almacenar en una unidad de memoria de estado sólido el número de vueltas que ha dado el disco del medidor en el intervalo de tiempo preestablecido.

Más detalles acerca del registrador de carga se discutirán poste-

riormente en este trabajo.

C) INTERVALO.-

En el capítulo anterior se han explicado las razones para escoger un intervalo de 30 minutos, sin embargo, los datos se tomarán cada 15 minutos, debido a la facilidad que presenta procesar la información en la computadora y en la seguridad de que la capacidad de memoria necesaria para el procesamiento de datos no excede ni la capacidad de almacenamiento de la unidad de memoria asociada a los registradores ni la del computador. Se ha explicado también anteriormente que el tomar como intervalo de demanda 15 minutos representa escoger un intervalo versátil del cual se pueden conseguir, gracias a simples operaciones aritméticas, intervalos de 30 minutos, de 45, de 60, etc..

Desde el punto de vista de la carga, se puede afirmar con seguridad, que la de tipo residencial no presenta picos de demasiado pronunciados, sino más bien escalonados. En el abonado tipo residencial no se encuentran cargas típicas de las industrias como soldadores o grandes motores los cuales producen picos de carga elevados y de alto consumo de energía, es decir, la duración de la carga no justifica intervalos muy cortos en la integración realizada para la obtención de la demanda puesto que aunque existen pequeños motores como licuadoras, refrigeradoras y otros, estos no tienen consumos altos en los picos de arranque y siendo los valores de energía encerrados por dichos picos de pequeño valor comparados con los totales de consumo de un abonado tipo residencial.

D) DURACION DE LAS PRUEBAS.-

El periodo en el cual se recomienda realizar las mediciones es de
(3)
2,3 o más semanas .

El periodo de medición que se recomienda conveniente para guardar un equilibrio entre confiabilidad y costos, deberá ser superior preferentemente a los 14 días, estando el límite superior determinado por el costo que significa tomar mediciones en un periodo excesivamente largo y por el tiempo mismo necesario para realizar las mediciones en cada uno de los estratos lo que influye directamente en el tiempo total requerido para la investigación de carga. Es importante anotar aquí, además, que según la referencia (3), el periodo mínimo aconsejable para que los valores de coincidencia se estabilicen estadísticamente oscila alrededor de los 14 días, es decir, dos semanas.

Para el caso de la Empresa Eléctrica Quito S.A. el periodo de medición se ha fijado en 21 días, es decir, 3 semanas completas de medidas lo que representa en el caso práctico un periodo de un mes por estrato (tomando en cuenta la instalación y retiro del equipo de medida). Además si se considera que se ha planeado realizar un registro interestrato, la investigación se llevará a cabo en 7 meses para el abonado tipo residencial, esto es, un periodo conveniente en la realización de medidas y no excesivamente caro como se analizará después.

E) FECHAS DE LAS PRUEBAS.-

El periodo de tiempo a ser cubierto por la realización de las pruebas de características de carga depende de la naturaleza de la

información que se está investigando y del propósito para el cual va a ser utilizada.

Como se ha mencionado anteriormente, este estudio está enfocado a determinar las características de la carga residencial en la E.E.Q.-S.A.

Sin embargo los parámetros más importantes son: primero, las máximas demandas individuales y segundo, las máximas demandas diversificadas por grupo, por último son también importantes los valores de las curvas de carga tanto individual como grupal, pues de estas se derivan todos los demás parámetros; por tanto, la fecha para realizar las pruebas depende de la clase de servicio o el tipo de aparato bajo observación. Donde investigaciones de clase de carga son hechas para propósitos de estudio económico, la fecha de la prueba debe coincidir tanto como sea posible con el periodo esperado de la demanda máxima anual de la clase. Para abonados tipo residencial tanto como para pequeños comercios o pequeñas industrias, el periodo más deseable será probablemente las semanas durante las cuales ocurre más frecuentemente el pico de carga.

En países en los que existen diferencias marcadas climáticas (4 estaciones), se han realizado pruebas durante los periodos de uso máximo y mínimo, lo cual ocurre usualmente en las estaciones de invierno y verano, respectivamente (3). La importancia de conseguir tales datos para estos periodos es evidente considerando lo expuesto anteriormente y más específicamente tomando en cuenta: a) los diferentes periodos de tiempo del año donde los picos de carga

pueden ocurrir, b) el hecho de que los costos incrementales de las compañías que utilizan energía hidroeléctrica pueden variar considerablemente en diferente épocas del año, c) la importancia de la determinación el efecto de la adición de nuevas clases de carga en épocas de pico de demanda de cargas estacionales como calefacción o enfriamiento de aire.

En el Ecuador, sobre todo en la región interandina las variaciones climáticas no son muy mayores y en muchas ocasiones se confunden las estaciones (invierno y verano) en una sola. Por otra parte, la población ecuatoriana no tiene hábitos eléctricos estacionales, lo cual determina un patrón de comportamiento más o menos uniforme durante el año, sin embargo hay meses en los cuales el consumo residencial sube sobre el promedio anual, este mes en Quito corresponde al de diciembre y se caracteriza por el mayor uso de energía debido a las festividades correspondientes a esas fechas (datos E.E.Q.S.A.).

En el cuadro No. 2.1. se indica la distribución estadística más conveniente para la obtención de resultados confiables con 50 medidores disponibles ⁽¹⁾. En esta se ha determinado dividir a la población en 6 estratos, en los que se deberán realizar medidas para la obtención de factores intraestrato como interestrato. Dado que la disponibilidad de medidores se limita a un número de 50 resultaría imposible tomar las mediciones en todos los estratos simultáneamente, lo que se puede hacer es tomar medidas de un solo estrato durante un mes, luego del otro al siguiente mes y así

sucesivamente, pero de tal manera que las mediciones, estas si, para determinar los parámetros interestratos, se realicen preferentemente en el mes de diciembre, o lo que es mejor en las últimas semanas del mes de noviembre y las dos primeras de diciembre, que según datos de la E.E.Q.S.A. es la época de mayor demanda para el abonado tipo residencial.

F) NUMERO Y FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS.-

El planeamiento de las mediciones debe hacerse de tal manera que el objetivo especificado se obtenga y que los datos conseguidos sean suficientes para permitir conclusiones definidas y razonables. Puede ser un desperdicio de tiempo y esfuerzo el encontrar, al final de las mediciones, que también con un número menor de consumidores se podía conseguir resultados satisfactorios. Por otra parte se debe considerar la extensión y duración de las pruebas, cuidando de que los datos a obtenerse no vayan a ser obsoletos al concluir el tiempo total de estudio.

Como se ha mencionado previamente entre, los propósitos fundamentales de la investigación están el obtener datos de diversidad con respecto al consumidor individual como formas de curvas de carga tanto del consumidor individual y con respecto a cada estrato.

Además el conseguir datos sobre la forma de las curvas de carga tanto del consumidor individual como formas de curvas de carga grupales.

La condición óptima es la de colocar medidores en todos los con-

sumidores seleccionados para las pruebas. En este caso, no es posible debido a los costos económicos que representa, el instalar medidores en cada abonado seleccionado, por lo que, según las referencias, es necesario y no por eso errado, recurrir a la rotación de los registradores.

En pruebas realizadas anteriormente, según las experiencias reportadas en la literatura existente sobre el tema (2), (3), (8), se ha verificado que mientras las máximas demandas varían mes a mes, la diversidad entre consumidores muestra valores que no varían significativamente en el transcurso del tiempo. Por otra parte, no se considera necesario las mediciones en un solo período del año, por ejemplo en las tres primeras semanas de diciembre, sino que resulta más barato debido al costo del equipo a utilizar, el extender las pruebas a un período más largo de tiempo pero reutilizando los mismos registradores.

Cierta empresa realizó las pruebas en el período comprendido entre octubre y marzo inclusive, debido a que se ha encontrado que los factores de coincidencia mensuales de abonados residenciales no varían significativamente sobre este período. En este punto debe aclararse que la forma de la curva de la carga cambia significativamente en este período, de manera que se tiene dos problemas separados en la determinación de la curva de carga de un estrato: Primero; se debe realizar un estudio, de la forma de la curva de carga de la clase de abonado (clase de abonado tipo residencial, comercial, industrial), en el mes en el cual se asume que ocurre la máxima demanda de la clase. Esta información se puede obtener a

partir de los varios grupos de prueba residenciales utilizados en la determinación de los factores de coincidencia.

El segundo problema es la determinación de los factores de coincidencia a aplicarse a los datos de los consumidores individuales para la determinación de las máximas demandas de un estrato.

Por tanto, en la época del año durante la cual se realicen las medidas se deberán considerar dos aspectos fundamentales:

1).- Realizar medidas de toda la clase residencial en el periodo de máxima demanda.

2).- Realizar medidas con la finalidad de obtener factores de coincidencia en meses en los cuales se prevea que no varían significativamente.

Ejemplo de una Compañía que utilizó el método estratificado. (3)

Otra compañía, usando el método individual selectivo método o estratificado de muestra, obtuvo demandas diversificadas de grupo y formas de curvas de carga de grupo a partir de pruebas de una semana de grupos individuales hechas durante el periodo de 10 semanas comprendidos entre mediados de noviembre a mediados de enero, el cual es un periodo uniforme en cuanto se refiere a variaciones climáticas. Se encontró que estas pruebas proveían resultados satisfactorios para relaciones que incluyan factores de coincidencia o máxima demanda diversificadas y en síntesis de la curva de carga del sistema por subcomponentes de clase para el día pro-

medio de diciembre, de lunes a viernes, incluido por otra parte se recomienda que "Es esencial que todos los consumidores de un estrato dado sean probados simultáneamente" (3, pág. 41).

Este procedimiento ha sido empleado por dicha compañía durante muchos años, la experiencia en estas pruebas ha indicado que los resultados en las formas de curvas de carga y otras características de la carga así obtenidas se pueden utilizar directamente, sin ajuste o modificación en estudios de los tipos antes mencionados.

6) REPETICION DE LAS PRUEBAS.-

Por otra parte, el periodo recomendado para repetir las pruebas hechas sobre una clasificación determinada depende de un grado de cambio experimentado en las condiciones socioeconómicas que afectan a los hábitos eléctricos de consumidores y de las actividades de promoción de aparatos desarrollados por la empresa, así como el desarrollo y la aceptación popular de la utilización de nuevos equipos eléctricos. Para abonados tipo residencial y pequeño comercial, se deben repetir las pruebas cuando se tengan razones para creer que las características de carga han cambiado significativamente. Donde se crea que hay un cambio substancial en la cantidad, proyección o condiciones del uso del servicio de los consumidores, es recomendable repetir las pruebas en un periodo no mayor de 2 años, y, en todo caso, un intervalo entre pruebas de 5 años se pueden considerar como máximo. Estudios referentes a equipos eléctricos específicamente se deben realizar en periodos no mayores de 5 años (3).

2.3.2 PLANEAMIENTO DE LAS MEDICIONES.-

En el punto anterior se han expuesto los criterios básicos para poder realizar una adecuada planificación de las mediciones. A continuación se presenta un resumen de criterios a los cuales deberán regirse apégame el calendario de mediciones:

- Abonado: tipo residencial.
- Intervalo de demanda: 15 minutos.
- No. de estratos: 6.
- No. de medidores disponibles: 50.
- Duración de las pruebas por estrato: de 14 días en adelante.
- Duración total de las pruebas: no más de un año, debido a los costos y a la confiabilidad esperada de los datos.
- Fecha de realización de las pruebas:
 - a) Para factores de coincidencia en meses durante los cuales no se esperan cambios bruscos en los hábitos de consumo.
 - b) Para determinación de máximas demandas en mes de ocurrencia de la máxima demanda. Igual para curvas de cargas.
- Intervalo recomendado entre pruebas: no más de 5 años.

Tomando en cuenta estas limitaciones, se ha elaborado un esquema de días en los que se tomarán las medidas para cada estrato, el mismo que se presenta en el cuadro 2.2. El cuadro 2.3. presenta el esque-

ma total de mediciones de todos los estratos tanto como de las mediciones interestrato.

El cuadro 2.2. representa el cronograma de instalación de medidores, recopilación de datos, y retiro de medidores, así como prevé también un día para revisión y calibración de los registradores, tiempo en el cual se introducirán los datos del grupo de registradores correspondiente a la memoria del computador. En este punto hay que aclarar que, antes de la realización de las pruebas, se deben haber ya probado cada uno de los registradores de demanda a utilizar; y por tanto que, dichos registradores deben estar ya calibrados adecuadamente desde antes del inicio de las medidas, con todo, en el cronograma presentado se deja un día exclusivo para revisar la calibración de los medidores. Si es que se detectaran fallas en este punto y si se requiere de mayor tiempo para la recalibración, será necesario postergar las pruebas una semana, de tal manera de que no se afecte el cronograma de mediciones que debe ser exacto en cuanto debe asegurar que todos los registradores tomen las medidas simultáneamente.

2.3.2.1 INSTALACION DE LOS REGISTRADORES.-

En el cuadro 2.2. se detalla también un periodo de 2 días para la instalación de medidores. Este periodo esta previsto para que se realice siempre en días ordinarios o de trabajo normal, y preferentemente martes y miércoles, dejando el día del comienzo del periodo, lunes, para la revisión y calibración de los medidores.

Para determinar el número de días necesarios para la instalación de

los registradores, se ha tomado en cuenta lo siguiente:

a) Se deben elaborar antes de efectuar las mediciones, cronogramas de instalación de acuerdo a la ubicación en la ciudad de los usuarios escogidos al azar.

b) Los tiempos necesarios para sustituir el medidor normal de un usuario por un medidor registrador se especifica en el cuadro 2.4. y se ha tomado de los promedios que especifica la E.E.Q.S.A. para un hombre.

Del cuadro 2.4, como un promedio en número de horas, se puede tomar 0,88 hor(med) hombre. Por tanto, si se asumen 8 horas de trabajo al día por persona se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Número de medidores} &= \frac{\text{horas de trabajo /día}}{\text{tiempo de cambio/unid/persona}} \\ \text{instalados/día /persona} & \\ &= \frac{8\text{h/día}}{0,88\text{h/unidad/persona}} \\ &= 9,056 \text{ unidad/persona/día} \end{aligned}$$

Por ejemplo, un obrero calificado de la Empresa Eléctrica Quito S.A. puede instalar 9 medidores por día trabajado 8 horas diarias. Así, si se asigna a 3 personas para la instalación de los medidores, resulta que pueden instalar 27 medidores por día y por tanto en 2 días se pueden instalar 54 medidores. Este análisis asegura

que los 50 medidores se pueden instalar con 3 personas en 2 días, quedando un margen de seguridad de cada medidor que equivale a un 8%, que es razonable.

NOTA IMPORTANTE.-

Este planeamiento se realiza en el supuesto de que las rutas para la instalación de los medidores son óptimas y considerando además que se gasta un tiempo considerable largo en el acceso mismo a los hogares. Es por esto sumamente importante el planear con lujo de detalles las rutas sobre los cuales deberán encaminarse las personas que vayan a realizar la instalación.

c) Para organizar de forma más adecuada las mediciones, se ha previsto que los medidores disponibles sean subdivididos en grupos, de manera que el control de las mismas en las instalaciones domiciliarias pueden realizarse más fácilmente.

Por ejemplo, en el caso de tener 50 medidores, y considerando un periodo de instalación de 2 días se pueden agregar los registradores de forma que se obtengan 6 grupos de medidores, a, b, c, d, e, y f de manera que, como se ha mencionado anteriormente, al asignar a 3 personas para la instalación de los medidores, correspondan a cada persona los siguientes grupos:

	Grupo de medidores
Obrero 1	a y d
Obrero 2	b y e
Obrero 3	c y f

En cada grupo de medidores, por ejemplo en el "a", existirán 8 medidores, o en algún caso 9 medidores, de forma que el trabajo a realizar.

Por otra parte, esta subdivisión permite asociar a cada grupo de medidores en un determinado sector geográfico, lo que facilita normalmente la gestión administrativa.

d) Se considera además que no se van a tener problemas en cuanto al acceso mismo a los sitios de instalación. Para esto se debe tener en cuenta que hay que poner usuarios reemplazo. Estos se deberán escoger con suficiente anticipación a la época de registro con la finalidad de que haya tiempo suficiente para realizar inspecciones previas y definir claramente las estrategias a seguir en caso de que se deba utilizarlos como muestra.

Con esto se quiere decir que se pueden escoger al azar no sólo 50 abonados por estrato sino un número razonablemente mayor, de forma de que cada grupo de medidores cuyos componentes, se supone estarán ubicados en el mismo sector, tengan abonados reemplazo y, así se asegure la instalación de todos los medidores en el mismo día previsto para el efecto.

2.3.2.2 RECOPIACION DE DATOS.-

En el cuadro 2.2. se presenta el período de registro de demandas, el mismo que para absolutamente todos los medidores debe comenzar a la misma hora.

Esto es posible gracias a que dichos registradores poseen, como se ha mencionado anteriormente, un mecanismo de reloj de tiempo real, mediante el cual y gracias a la programación adecuada de su microprocesador de control, se pueden fijar la fecha y hora exactas en los cuales el elemento de memoria asociado comienza a tomar lecturas de números de vueltas cada 15 minutos.

Los medidores a utilizar pueden almacenar gran cantidad de datos, de forma que para llenar totalmente la unidad de memoria se necesitarían registrar aproximadamente 3 meses de medidas.

2.3.2.3 RETIRO DE LOS MEDIDORES.-

En el cuadro 2.2. también se especifica un periodo de retiro de los medidores, para ello se ha previsto que los registradores sean desmontados en el mismo orden en el que se instalaron. Por esto es necesario codificar a cada medidor de acuerdo a su grupo, por ejemplo en el grupo "a" existen 8 medidores a los cuales se les puede designar como: 1a, 2a, 3a, 4a,, 8a, una cosa similar puede ocurrir con los demás grupos de medidores.

Es recomendable que todos los medidores y sobre todo los dispositivos de memoria sean depositados en un solo sitio de acuerdo al lugar de donde proceden, al nombre del abonado, al estrato a que pertenece, a la fecha de instalación y de retiro, al grupo al que pertenece y al nombre del operario instalador.

Por otro lado es necesario también disponer de un personal adecua-

damente instruido para el efecto de transpasar la información directamente al computador, si se quiere inmediatamente después de que las medidas hayan sido tomadas.

También deberá existir personal personal calificado para revisar la calibración de los medidores inmediatamente luego de que hayan sido depositados en el sitio previsto para el efecto. Por tanto, si se toma en cuenta el personal a incluirse en una revisión, si se tiene un período de 3 días completos para la revisión, recalibración del equipo, pues, como se indica en el cuadro No. 2.2. si se instalan los medidores del grupo 8a un lunes, los mismos tendrán que retirarse un jueves, quedando los días viernes y lunes para su revisión y recalibración considerando que serán reinstalados el martes.

Así mismo los 9 registradores del grupo "d", que serán instalados un miércoles, tendrán que ser retirados un viernes, teniendo por tanto lunes y martes para ser revisados y recalibrados, para ser instalados un miércoles en el siguiente estrato. Por tanto, el período total para revisar los medidores se extiende a 3 días, viernes, lunes y martes, debido a que sábado y domingo no se consideran como días laborables, sin embargo, en caso de ser necesario, se puede solicitar al personal encargado, realizar el trabajo también en estos días, con lo que el período de revisión y calibración podría extenderse a 5 días en caso de ser necesario.

2.3.2.4 TRATO AL USUARIO.-

NOTA:

Se recomienda que este punto sea tratado de manera que no sólo los directores del proyecto de investigación estén plenamente enterados de el trato preferencial que, como se detalla a continuación, debe recibir el usuario elegido como muestra, sino que se debe instruir al personal que estará directamente en contacto con el usuario de los puntos que se detallan a continuación.

El usuario debe ser tratado de la manera más comedida y amable, con el objeto de quitar de su pensamiento toda idea que pueda influir en cambiar su comportamiento eléctrico. En países desarrollados, se han obtenido mejores resultados donde el consumidor está íntimamente informado sobre el propósito de estudio y de este modo no está influenciado a cambiar su patrón de utilización de energía.

En este tipo de naciones, en los que el nivel cultural de la población es muy superior al que presenta la población ecuatoriana, al tratar con consumidores que presentan objeciones hacia las investigaciones personales, los aspectos individualistas de las pruebas se han minimizado al discutir los propósitos de las mismas con el consumidor, recalcando que la toma de datos tiene fines exclusivamente técnicos y que no se realiza un chequeo de las facturas de recaudación. Se ha hecho incapié también en el hecho de que el consumidor ha sido escogido al azar y debido a esto, indicando que su nombre y dirección se pierden luego, en la acumulación de la información.

Este trato, se debe dar a aquel usuario que presente un cierto

grado de cultura e interés sano en lo que se está realizando, pero es evidente que esto no sucederá en la mayoría de los casos, sobre todo en el medio ecuatoriano, en el cual existe un alto grado de desconfianza hacia las personas que de una u otra manera están involucradas con las empresas públicas. Por tanto, será conveniente también considerar la posibilidad de "mentir" a aquellas personas que por el hecho de no comprender los objetivos de la investigación se supone que se verán tentadas a cambiar su patrón de uso de energía. Se puede argumentar simplemente, que se trata de un cambio ocasional de medidor, o alguna otra excusa que "satisfaga plenamente" al usuario, de forma que al quedar este engañado adecuadamente, no cambie su forma de utilizar la energía.

Algunas empresas que han tenido una amplia experiencia en este tipo de eventos, recomiendan el siguiente procedimiento para obtener una respuesta positiva por parte del usuario elegido:

- 1) En la selección final de los abonados muestras, se deben evitar aquellos consumidores que presenten consumos excesivamente bajos o excesivamente altos. Aunque la eliminación de estos consumidores pueda afectar algo a los resultados, estos deben, a pesar de todo, ser eliminados. Se recomienda que los registros de facturación mediante los cuales se elija al abonado hayan pasado un análisis en el cual se determinen los promedios mensuales en base a por lo menos un año de registros.

- 2) Se deben evitar llamadas o cartas preliminares solicitando la colaboración de tal o cual abonado, debido a que se obtienen res-

puestas "no" en la mayoría de los casos.

3) Se considera indispensable hacer una visita preliminar al domicilio del consumidor, con el objeto de visualizar el sitio en el que se ubicará el registrador.

4) La aproximación al consumidor dependerá de los antecedentes del mismo. La entrevista debe indicar que las pruebas se realizan para propósitos de ingeniería y requieren que el equipo de prueba permanezca instalado durante un periodo determinado de tiempo y que se realizan pruebas similares periódicamente en las distintas zonas de la ciudad en orden a mejorar el servicio para la comunidad. Muchas veces la presencia del equipo de prueba con el instalador es beneficioso. Cuando se tengan consumidores con un alto nivel académico y estos soliciten mayor información, es conveniente darla, produciéndose generalmente, resultados satisfactorios.

En abonados de bajos recursos económicos pueden darse casos en los cuales será preferible abstenerse de realizar cualquier comentario acerca de la investigación.

5) La persona encargada de realizar las pruebas debe conocer los detalles de procedimientos de la empresa para manejar las quejas de los consumidores, especialmente en lo que se refiere a reparaciones de equipos.

6) El instalador deberá evitar aquellos edificios donde las condiciones de las instalaciones eléctricas del consumidor sean deficientes o estén en muy mal estado debido a que esto causará problemas

durante el período de prueba.

7) Si el consumidor se opone a dar su permiso para las pruebas, no se debe hacer esfuerzos en persuadirle a la aceptación. Se deberá entonces proceder a sustituirlo con otro consumidor alternativo.

2.3.2.5 CONCATENACION DE LAS MEDICIONES INTRA E INTERESTRATO.-

Como se ha indicado anteriormente, el total de la muestra, se ha dividido en 6 estratos para obtener resultados estadísticamente estables. Las mediciones en cada estrato se realizarán con 50 medidores, los mismos que al terminar el período de medición se reinstalarán en otro estrato, sin antes, obviamente, haber sido recalibrados y luego de que la información obtenida haya sido traspasada a la memoria del computador que procesará los datos.

En el cuadro No. 2.3 se detalla la programación de las mediciones, se nota claramente en dicho cuadro que cada estrato requiere de cuatro semanas completas de tiempo para completar las fases de instalación, recopilación y retiro. Si se considera que para las mediciones interestrato también se prevé un tiempo similar resulta que el período total de toma de datos es de 28 semanas, lo que es igual a 196 días o 6 meses y 16 días. Por otra parte, se estima (como se discutirá posteriormente) que para la obtención de resultados se utilizará un período de tiempo no mayor a 5 semanas considerando, eso si, que la mayor cantidad de tiempo se gastará en la discusión de los resultados a obtener. Esto quiere decir que el

período de tiempo que tomará realizar las mediciones y procesar los datos esta en el orden de las .33 semanas, es decir, 221 días o 7 meses y 15 días aproximadamente.

2.3.2.6 FACTOR DE POTENCIA.-

No se ha planeado hacer mediciones de este parámetro durante todo el período horario de medición por estrato debido a que este parámetro no presenta mayor variación de una hora a otra. Lo que es importante es tomar la medida del factor de potencia en la hora pico, para lo cual se recomienda utilizar cualquier método de medición en los abonados elegidos como muestra en las mediciones interestrato y en los días de la semana en los que se estima se produce la máxima demanda del estrato al que pertenecen.

Sin embargo, lo más aconsejable es medir el factor de potencia a nivel del transformador de distribución. Para esto se deberán elegir circuitos secundarios que pertenezcan a un solo estrato, tarea que puede resultar complicada.

En todo caso las mediciones de factor de potencia deben ser puntuales para no gastar tiempo y esfuerzo que pueden resultar innecesarios y, deben estar enfocadas a conseguir relaciones como la que muestra la figura 2.1.

2.3.3 REQUERIMIENTOS ECONOMICOS Y DE PERSONAL.-

Se considera conveniente, para poder realizar las mediciones de campo y el procesamiento de la información adecuadamente, encomendar estas tareas a una Unidad de la Investigación de Carga, la

(25)

misma que estará encargada de llevar adelante el proyecto .

Esta Unidad estará compuesta, se sugiere, por personal calificado perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional y a la Empresa Eléctrica Quito S.A.. De esta manera existirá una colaboración sumamente estrecha entre ambas instituciones.

Los registradores de carga han sido diseñados en nuestro país, concretamente por la Escuela Politécnica Nacional. Se ha asignado ya un presupuesto y el personal correspondiente el mismo que deberá encargarse de la construcción en serie de estos aparatos.

2.3.3.1 PERSONAL REQUERIDO.-

La Unidad Ejecutora requiere de algunos profesionales que permitan desarrollar la investigación en todos los campos que esta abarca. Dentro de las tareas que esta Unidad tiene que cumplir están básicamente:

- Planeamiento detallado de las labores a realizar,
- Desarrollo y construcción de los registradores de demanda,
- Instalación y remoción de los registradores,
- Transferencia de la información de campo al computador digital,
- Elaboración de programas digitales para el procesamiento de la información,
- Elaboración y realización de encuestas,

- Análisis de los resultados obtenidos y presentación de informes,
- Otras varias de coordinación y ejecución del trabajo de campo y procesamiento de datos.

De acuerdo a estos requerimientos se ha elaborado el cuadro No.2.6, en el cual constan los tiempos previstos de trabajo de cada miembro de la Unidad, así como el número de profesionales y personas requeridas (25).

2.3.3.2 PRESUPUESTO ESTIMATIVO.-

En el cuadro No.2.5, consta el costo estimativo de la investigación. En este se detallan los costos de los equipos de registro, los de los computadores a utilizar así como los de personal. Hay que indicar que debido a las condiciones económicas tan inestables en las que se desenvuelve el Ecuador, estos costos podrán ser tomados únicamente como referencias y de ningún modo como algo exacto.

Para fines de estimación de costos, en cuanto se refiere a personal, en el cuadro No.2.5 se considera:

Costo mensual del director del proyecto:	\$ 600 000,00
Costo mensual de un ingeniero participante:	\$ 525 000,00
Costo mensual de un estudiante de la E.F.N.:	\$ 30 000,00

Los otros costos se han estimado en base al mercado ocupacional actual.

Estos datos, se han tomado de la referencia (25) (Diciembre de 1987), pero se han actualizado a Noviembre de 1989. Es importante anotar que la constante devaluación de la moneda hace prácticamente imposible determinar un costo fijo en sucres. El costo global de la investigación se sitúa alrededor de los \$ USA 80 000,00, es decir, unos 52 000 000,00 de sucres. Sin embargo de que el costo es relativamente bajo, los beneficios a obtener cuando los resultados de la investigación se apliquen en la adecuada administración de carga en los transformadores de distribución, son altamente significativos. Si se toma en cuenta que los costos los transformadores de distribución aumentan cada día, es importante definir políticas que permitan sacar el mayor provecho de su vida útil de manera que la inversión realizada se refleje en la utilización óptima de cada uno de los componentes de las redes de distribución.

2.4 ENCUESTAS.- OBJETIVO Y CRITERIO PARA ELABORARLAS. ENCUESTA TIPO.-

2.4.1 OBJETIVOS Y CRITERIOS EN LA ELABORACION DE ENCUESTAS EN LA INVESTIGACION DE CARGA.-

Hay algunos parámetros que no se pueden obtener a partir de las mediciones únicamente. El comportamiento eléctrico de los abonados tipo residencial, a pesar de que se ve reflejado en las características de su curva de carga diaria, no se conoce totalmente. Existen parámetros que permiten estimar la demanda máxima de un abonado conociendo características como la carga instalada o el área de la vivienda del abonado. Estos métodos requieren de relaciones apropiadas que sólo se pueden obtener a partir de encuestas de campo.

Las encuestas, en esta investigación, no pretenden determinar condiciones socioeconómicas del medio como una base para obtener parámetros de estimación de la demanda futura, pues esto es parte de un estudio mucho más amplio. Mediante las encuestas, se pretende determinar los siguientes datos:

- a) Carga instalada y aparatos típicos de cada estrato de población,
- b) Índices de saturación de equipos y,
- c) Área de la vivienda y distribución del suelo.

Al concatenar los resultados de las encuestas con la información obtenida de las mediciones de campo, se pretende obtener:

- a) Relaciones entre la carga instalada y la demanda máxima, características por abonado y por estrato,
- b) Factor de demanda característico por estrato, presentado en valores máximo, mínimo y medio.
- c) Relaciones entre área de la vivienda y máxima demanda características por estrato con el objetivo de realizar estimaciones de la demanda en base a regulaciones municipales. Es decir, determinar el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS).

Debido a la diversidad de resultados que se espera obtener en las respuestas que los abonados den a las preguntas sobre los hábitos de consumo en cada una de sus residencias, se ha descartado, por no ser práctico, el objetivo de obtener características de este tipo. Además, es preferible, debido a que los abonados no llevan un registro de cada aparato eléctrico, determinar este tipo de características en base a una investigación por aparato electrodomés-

tico. Por ejemplo, determinar los hábitos de consumo de los calentadores de agua ⁽³⁾, para esto es necesario colocar registradores de carga en un número representativo de calentadores, lo cual requiere de inversiones fuertes de dinero. Sin embargo, esto puede ser motivo de una investigación adicional posterior.

2.4.2 ENCUESTA TIPO.-

De acuerdo a los objetivos expuestos anteriormente, se deben plantear preguntas que lleven a conseguirlos. En la encuesta estas preguntas deberán aparecer de forma clara, de manera que su contestación se realice de forma ágil y no de lugar a confusión ni para el encuestado ni para un lector de las encuestas. Se recomienda en la elaboración de las encuestas, realizar preguntas dobles, es decir, preguntas que indirectamente confirmen lo afirmado en otra.

Por estas razones antes de determinar el cuestionario definitivo, se deben llevar a cabo encuestas "piloto", de manera que se tenga la certeza de que la información deseada será obtenida.

Se ha planificado realizar las encuestas en los abonados que previamente hayan sido elegidos para servir como muestras para las mediciones de campo. De esta manera se podrán concatenar adecuadamente los datos proporcionados tanto por las encuestas y por los registros de demandas.

Los grupos de preguntas que se detallan a continuación, se han elaborado en base a los objetivos mencionados anteriormente. Estos se pueden resumir en :

GRUPO 1.- DETERMINACION DE LA CARGA INSTALADA Y LOS INDICES DE SATURACION.

Para determinar la carga instalada se debe preguntar:

a) Listado de posibles aparatos y electrodomésticos, que de acuerdo a la experiencia, se sabe poseen los abonados.

b) Se deben realizar repreguntas, sobre todo de aquellos artefactos que, según la experiencia, presenten mayor consumo como por ejemplo los calentadores de agua, duchas eléctricas, cocinas, etc.

NOTA: No se considera conveniente incluir en el cuestionario datos de potencias nominales o de placa de los aparatos, puesto que el grado de conocimiento que la gente tiene al respecto es bastante bajo. Por esto, en el procesamiento de datos, se deberán asumir estos datos, tomando aquellos que por la experiencia se conozca son los más aproximados.

GRUPO 2.- DETERMINACION DEL AREA DE LA VIVIENDA Y LA DISTRIBUCION DEL SUELO.

Para conseguir este objetivo, se debe preguntar:

a) Area del terreno que ocupa la vivienda.

b) Tipo de vivienda, de manera de poder clasificarla dentro de lo que para el efecto establecen las Normas de la E.E.Q.S.A. en el APENDICE A-11-A, mediante el cual se establecen los distintos tipos de tarifas eléctricas.

c) Realizar repreguntas, de manera de obtener los datos con mayor certeza.

GRUPO 3.- PREGUNTAS COMPLEMENTARIAS.

Este tipo de preguntas pueden alentar al abonado a responder adecuadamente. Mediante estas se le debe dar la oportunidad al usuario de expresar su opinión sobre el servicio eléctrico que recibe. Con esto, además, se logra información que puede resultar valiosa a la empresa en su trato con el abonado.

Por tanto se pueden intercalar preguntas como:

a) Opinión de la Empresa Eléctrica y del servicio que de esta recibe.

b) Formas en que el usuario sugiere se mejore el servicio.

c) Opinión de la tarifa eléctrica.

d) Deseo o no de economizar energía y otras.

2.4.3 ASPECTOS ADICIONALES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA REALIZACION DE ENCUESTAS.-

En cualquier investigación de carga, se han obtenido mejores resultados cuando el consumidor está menos informado de los objetivos de la investigación. Sin embargo, como se trata de realizar encuestas, resulta más conveniente informar totalmente al abonado sobre el propósito de estas, de manera que no haya reticencia por parte de este al proporcionamiento de información por causas de

temor a sanciones inexistentes que el abonado imagine se pudieran tomar contra él.

Se debe indicar que las encuestas se realizan únicamente por razones técnicas y que no serán usadas en un chequeo de los recibos de recaudación. Se debe aclarar también que los nombres de los usuarios investigados, habiendo sido escogidos al azar, se perderán luego en la acumulación de la información. El hecho de indicar al abonado que el estudio se realiza con miras a mejorar el servicio, puede ayudar a solventar problemas que se pudieran suscitar. En caso de que el abonado requiera del entrevistador mayor información, esta se le debe dar, pues según las experiencias reportadas, se obtienen mejores resultados cuando esto ocurre.

Por lo descrito anteriormente, es indispensable que el personal que realice las encuestas este lo suficientemente preparado y tenga un amplio conocimiento de los objetivos de la investigación. Es recomendable que sean estudiantes de ingeniería eléctrica los encargados de realizar este trabajo.

Se considera necesario también dictar ciclos de conferencias a los encargados de realizar las encuestas, con la finalidad de informarles tanto los objetivos de la investigación así como prepararles en la tarea que se les confiará.

2.4.4 PROCESAMIENTO DE LAS ENCUESTAS.-

Lamentablemente debido a la característica de la información que proporciona una encuesta, el proceso inicial de estas, es decir su

validación y traspaso de datos al computador, tendrá que ser hecho por personas que estén debidamente preparadas para afrontar el problema. En el cuadro 2.7 se esquematiza el procesamiento de datos obtenidos tanto de las mediciones de campo como de las encuestas. Es importante indicar que, como se nota de dicho cuadro, el proceso de la información proveniente de las encuestas debe estar perfectamente coordinado con el resto de actividades de la investigación de carga, sólo de este modo se obtendrán los resultados con el menor esfuerzo de tiempo y dinero.

2.4.4.1 VALIDACION DE LAS ENCUESTAS.-

El objeto principal de realizar una validación, es desechar aquellos datos que evidentemente resulten erróneos. Por ejemplo, que en cierta residencia existan 1000 focos, o cosas por el estilo.

Ventajosamente el número de encuestas a realizar no es muy alto, se proveen 50 por estrato, de manera que el proceso de validación, que será visual, no exigirá de mucho trabajo, debiéndose realizar encuesta tras encuesta. Para esto deberá haber una persona encargada del asunto, la misma que esté involucrada intimamente con la investigación de carga, debe conocer los objetivos de esta así como es necesario que los criterios mediante los cuales elabore la validación estén sostenidos por su experiencia profesional.

2.4.4.2 CODIFICACION DE LAS ENCUESTAS.-

Es conveniente codificar las encuestas en hojas mediante las cuales se facilite el ingreso de la información al computador. De esta

forma, se evitarán errores en el traspaso de datos. El Anexo No.1 presenta una encuesta tipo y la hoja de codificación correspondiente. Es necesario aclarar que, gracias a las ventajas que presentan los programas de computación existentes, se puede reproducir en el computador la hoja de codificación de la encuesta exactamente como se la ha diseñado, esto facilita mucho la tarea del traspaso de datos.

2.4.4.3 PROCESO COMPUTACIONAL DE LAS ENCUESTAS.-

Una vez ingresada la información al computador, el siguiente paso es elaborar un programa en el cual se creen archivos que puedan manejarse conjuntamente desde el programa principal con los datos provenientes de las mediciones de campo. Es importante, por tanto, que cada grupo de datos de un abonado tomados mediante las encuestas, tenga un código de identificación mediante el cual haya como relacionarlo con los otros datos, los mismos que deberán presentar el mismo código. Este código puede ser el número de medidor.

2.4.5 CONCATENACION ENTRE MEDICIONES Y ENCUESTAS.-

Los dos principales datos a relacionar con los de las mediciones son:

- Carga instalada y
- Area de la vivienda

mediante estos se obtendrán las relaciones por estrato entre la carga instalada y la demanda máxima, igual cosa se puede decir de las relaciones área de la vivienda y demanda máxima.

También de esta relación se obtendrán los factores de demanda.

En el proceso mismo de las encuestas se pueden crear fácilmente archivos que contengan los índices de saturación de equipos por estratos. Se puede también encontrar aquellos artefactos típicos por cada estrato. Sin embargo, será de suma importancia crear archivos en los que se almacenen adecuadamente los datos correspondientes a la carga instalada y el área de la vivienda, de forma que su utilización posterior en la obtención de relaciones con la energía consumida o la demanda máxima a ser obtenidas de los datos de las mediciones de campo, sea fácil y ágil. Para esto será necesario que cada uno de estos datos esté perfectamente identificado en los archivos a crear.

2.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.-

2.5.1 INTRODUCCION.-

Después de haber realizado las mediciones en los diferentes estratos del sector residencial, debe iniciarse el procesamiento de los datos obtenidos en el computador digital. Dicho procesamiento debe tener las siguientes características:

- 1.- Analizar la consistencia de las mediciones.
- 2.- Obtener los parámetros a base de los registros directos.
- 3.- Procesamiento de las encuestas.
- 4.- Obtener el resto de parámetros (en base a los registros y las encuestas).

En base a estas características generales, el procesamiento de

datos se puede sintetizar en lo descrito en el cuadro 2.7. En dicho cuadro se puede ver que conjuntamente al procesamiento de las encuestas marcha el de los datos obtenidos a partir de las mediciones de campo, para luego unirse para determinar los resultados de un estrato determinado, finalmente, al concatenarse estos resultados con los de otros estratos se obtienen los resultados de la investigación de carga globales.

El procesamiento de datos de las mediciones se sintetiza en los siguientes pasos:

- a) Toma de datos por intermedio de los registradores de demanda.
- b) Proceso inicial de estos datos.
- c) Validación de la información.
- d) Procesamiento en si mismo y obtención de parámetros y creación de archivos.
- e) Aproximación de curvas.
- f) Concatenación con los resultados de las encuestas.
- g) Obtención de resultados del estrato.
- h) Concatenación con los resultados de los otros estratos y obtención de resultados generales.

2.5.2 PROCESAMIENTO INICIAL DE LOS DATOS DE CAMPO.-

2.5.2.1 INFORMACION SOBRE LA FORMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN LAS MEDICIONES A REALIZAR.-

Dentro de las mediciones a realizar, la que tiene más importancia es la de demanda, que se define como la carga instantánea prome-

diada sobre un intervalo de tiempo. Dicho intervalo, usualmente corresponde a un valor de 15, 30 o 60 minutos. En el caso de abonados de tipo residencial se ha escogido uno de 15 minutos. Esta demanda debe ser registrada mediante medidores especiales de demanda que tienen las siguientes características:

- Son equipos registradores con memoria de estado sólido, con capacidad de transferir los datos digitalizados, como fueron grabados, al computador para su proceso.

- Su configuración básica, es un medidor de energía al que se le ha añadido un contador de pulsos cuya función es registrar las revoluciones del disco de inducción del medidor en el periodo asignado como intervalo de demanda.

- Los instrumentos registran la energía correspondiente a cada intervalo que, promediada al tiempo del intervalo, significa la demanda y, sumada para varios periodos, representa la energía entregada en el tiempo total considerado.

- Cada uno de los instrumentos incorpora un reloj de tiempo real, que permite registrar los eventos con el tiempo de ocurrencia. Esta posibilidad permite asociar directamente las mediciones de instrumentos, aún físicamente instalados alejados uno de otro, al conocer la hora exacta de cada medición: es decir, no se requiere otro instrumento totalizador y la selección de una muestra puede ser completamente aleatoria ya que, no hay exigencia de instalarlos en un mismo lugar. Por otro lado, los instrumentos son todos

similares con una capacidad correspondiente a un solo abonado.

- El instrumento, cuenta además con una batería que alimenta al reloj y a la memoria para el caso de falta de suministro de energía, consiguiendo de esta forma además diferenciar entre posible demanda cero, de un corte de energía eléctrica y también la grabación en la memoria del suceso.

- Se ha incorporado a los instrumentos de medida una opción de control que permite inicializar la toma de datos en una hora prefijada. Esto es sumamente importante debido a que no se pueden instalar todos los registradores al mismo tiempo y es necesario empezar las mediciones a la misma hora pues ese hecho facilita el procesamiento de datos en el computador.

2.5.2.2 FORMA DE ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS EN EL COMPUTADOR.-

Los datos vendrán almacenados en un gran vector en el cual aparecerán registrados únicamente el número de vueltas que dio el disco de un medidor durante el periodo de medición (3 semanas) grabados en intervalos de 15 minutos. Aparecerán también grabados en la memoria del registrador: la fecha de inicio de las medidas, la hora de inicio y un código de identificación del abonado del cual se obtuvieron.

En la figura 2.2, se presenta un diagrama de la forma en que se almacenarán los datos en el dispositivo de memoria.

Presentados los datos de la manera que indica la figura 2.2, el primer paso para poder validar la información es, traspasar la

información a la memoria RAM (Random Access Memory) del computador.

2.5.2.3 TRADUCCION DE LA INFORMACION.-

Luego de que la información ha sido traspasada a la memoria RAM del computador, el primer paso es traducir dicha información al lenguaje numérico decimal que normalmente se utiliza. Luego de esto se debe dar nombres a cada dato leído y traducido, es decir se debe asignar un código o nombre racional a cada dato para que luego se pueda utilizar fácilmente, esto se puede lograr en el mismo proceso de lectura y traducción de datos. En el procesamiento se deben tener claros los siguientes datos:

- 1.- Fecha de inicio de las mediciones
- 2.- Hora de inicio de las mediciones
- 3.- Número de vueltas / kWh (*)
- 4.- Vector de número de vueltas (**)
- 5.- Estrato al que pertenecen los datos ES, ó, para el caso interestrato, identificación de los datos pertenecientes a cada estrato.

(*) . El dato de número de vueltas / kWh vendrá determinado por la calibración que tengan los registradores, se le puede considerar como un dato fijo, pero, sin embargo, es necesario ingresarlo en la memoria RAM.

(**) Se espera obtener un vector A_n , de dimensión $n = \#$ de datos = 2016, vector con el que se inicia el proceso.

El proceso en si, puede ser iterativo, de modo que para cada grupo de datos (los de cada abonado de muestra), se extraiga la información necesaria, y procesando dicha información crear un archivo de datos útiles para la determinación de los parámetros. Esto se puede repetir 50 veces por estrato.

2.5.2.4 CREACION DE UN VECTOR HORARIO.-

Es necesario antes de proceder a la validación de los datos, asignar a cada uno de ellos la fecha y hora a la que fueran tomados, sólo de esta forma se podrán obtener las curvas de carga; en tiempo real, es decir, mediante esta asignación de hora y fecha se facilitarán la obtención de los días y horas de Máximas Demandas y de otros parámetros. Esto se puede lograr fácilmente creando un vector horario y otro de fechas.

2.5.2.5 OBTENCION DE UN VECTOR DE kW DE DEMANDA REALES.-

Una vez que se han especificado datos importantes como el estrato al que pertenecen las mediciones, se puede obtener una matriz de kW de demanda real a través de una simple operación aritmética. Es evidente, por otro lado, que cada dato estará asociado a cierto valor de hora y fecha.

Es deseable que en esta matriz los datos aparezcan ordenados desde las 00h00 del primer día. Esto se facilita cuando se sincroniza al temporizador del registrador para que comience a tomar las medidas, junto con los demás registradores a una hora prefijada. Es indispensable que todos los registradores comiencen a tomar las medidas en una misma hora.

2.5.2.6 OBTENCION DE LA DEMANDA MEDIA Y DEL CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL A PARTIR DE LOS DATOS MEDIDOS.-

A partir del vector de kW de Demanda reales (Bi), se puede obtener la demanda media al sumar cada una de los datos y obteniendo el promedio de esa suma. La energía consumida en el mes se puede entonces proyectar fácilmente a partir del dato de demanda media. Estos valores se pueden almacenar en 2 vectores DEMM(I) para la demanda media y DMEN(I) para el consumo mensual de energía, además en otro vector, X(I), se puede almacenar la energía total del periodo. Es posible también obtener el consumo medio por día y el consumo mensual a partir de las lecturas del contador de energía, para esto será necesario anotar tanto cuando el registrador sea instalado y cuando sea desmontado, los valores de energía registrados. Se espera, obviamente que los valores obtenidos por ambos métodos sean similares.

2.5.3 VALIDACION DE DATOS.-

2.5.3.1 PRIMER CRITERIO PARA VALIDAR LOS DATOS.-

El primer criterio para la validación de los datos es el consumo mensual esperado para los abonados del estrato en el cual se realizan las medidas. Si existen en la muestra abonados que no se encuentren dentro del valor esperado de consumo mensual de energía para el estrato, estos deberán eliminarse del total de la muestra, reduciéndose por tanto el número de curvas de carga individuales útiles para el propósito de esta investigación.

El criterio para eliminar a este tipo de abonados, es tratar de

descartar aquellos que por diversos motivos como abandono, cambio de domicilio y otros, presenten consumos evidentemente irreales. No se pretende eliminar a abonados que en ese mes presenten un consumo bajo, por eso los límites de consumo esperado deberán ser no muy severos.

Se ha pensado, por otra parte, guardar un registro de por lo menos un año, en el que se anote la historia de los consumos presentados por los abonados escogidos como muestras. De esta forma, y realizando un análisis estadístico de dichos registros, se podrá determinar el promedio de consumo de energía mensual y la desviación estandar de estos valores para cada abonado. Entonces se podrá establecer un rango dentro del cual se encuentren los posibles valores de energía a ser consumidos durante el período de mediciones para cada abonado. La validación se puede efectuar entonces individualmente para cada abonado, eliminando a aquellos cuyos consumos caigan fuera del rango preestablecido para ese abonado.

CRITERIO ESTADISTICO PARA LA VALIDACION DE LA MUESTRA.-

El criterio de que la muestra debe ser representativa se puede analizar de las características de la desviación estandar que en base a ciertas características que la muestra presente. Para esto es necesario analizar la variabilidad de la muestra, es decir verificar que los valores de consumo de energía que la muestra presente caigan dentro del intervalo de confianza preestablecido. Para ello basta calcular la desviación estandar de los consumos presentados.

Esto se logra mediante la aplicación de la fórmula:

$$S_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_h} (Y_{hi} - y_h)^2}{n_h - 1}} \quad (2.1)$$

S_h = desviación estandar para el estrato h

n_h = número de muestras para el estrato h

Y_{hi} = valor de la característica para la i -ésima muestra del estrato h

y_h = valor promedio de la característica para ese estrato que se define como:

$$y_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} Y_{hi}}{n_h} \quad (2.2)$$

En este caso la característica es el valor kWh/mes/abonado.

CRITERIO DEL NUMERO MINIMO DE ABONADOS.-

Por otra parte, los estudios realizados en orden a determinar parámetros como el de demanda diversificada y relaciones de factor de coincidencia, debido a que estas cambian al incrementarse el número de abonados incluidos en los grupos de prueba (estratos) y gracias a observaciones de la estabilidad estadística de los resultados indican que el mínimo número de abonados que deben ser incluidos en una muestra de 60 para bajo factor de carga, 40 para factor de carga medio y 30 para factores altos de carga (Ver figura 2.3).

2.5.3.2 SEGUNDO CRITERIO PARA LA VALIDACION DE DATOS.-

El segundo criterio para la validación de datos es encontrar días

que sean irregulares, o cuyo promedio de demanda este bajo un límite que haga suponer que en ese día el comportamiento del abonado no fue normal.

Mediante este criterio, lo que se quiere eliminar son aquellos días en los cuales el abonado salió de su residencia. Lógicamente, habrá días en los que es perfectamente normal que un abonado abandone su hogar y esto es parte de su comportamiento eléctrico, por eso se debe, en el procesamiento de datos, eliminar a aquellos abonados que sobrepasen un cierto número de días irregulares o de bajo consumo. Se considera aceptable un número de 7, es decir la tercera parte del período de mediciones (21 días).

Para poder ejecutar en el procesamiento de datos esta validación, se hace necesario obtener la demanda media diaria de cada día del período y por cada abonado, es decir calcular los kWh promedios diarios, luego se deben contar el número de días irregulares y, si fuera necesario, eliminar el abonado. Por tanto también será indispensable verificar si la muestra sigue o no siendo representativa.

En caso de que el límite de días irregulares no sobrepase el valor límite, se deberán cambiar dichos días por otros regulares. En el criterio para realizar el cambio se presentan algunas opciones, estas son:

- Sustituir los datos irregulares por otros de demanda constante. Sin embargo, esta opción resulta problemática debido a que el

factor de carga que presentan datos constantes es uno, y eso puede causar problemas en la obtención del resto de parámetros como las curvas de carga típicas o las máximas demandas diversificadas.

- Sustituir los días anormales por otros que sean característicos del abonado.

- Sustituir un día anormal por otro que sea el promedio de los otros 2 días correspondientes del periodo, es decir, por ejemplo, si se ha detectado que un lunes es el día irregular, sustituir los datos de ese lunes por los datos promedio de los otros dos lunes del periodo (Hay que anotar que se tendrán siempre tres días lunes en el periodo o tres días martes, etc.).

- En caso de que se detecte que dos o tres días correspondientes son irregulares (por ejemplo los dos lunes o los tres lunes), el criterio para cambiar los datos irregulares quedaría sin efecto puesto que se detecta que dentro del comportamiento eléctrico de ese abonado está precisamente que el día en cuestión sea irregular. Por tanto en ese caso no deberán cambiarse los datos, sino que se deben dejarlos tal como aparecen.

El paso siguiente a efectuar en esta parte de la validación, si es que se ha producido cambios de días irregulares es la verificación del consumo mensual de energía, en caso de que se sobrepase un límite superior de kWh/mes, entonces, se deberá sustituir nuevamente el día que se supuso irregular, por sus valores originales. Esto se hace debido a que los abonados escogidos como muestra se

han elegido luego de un proceso en el cual han sido incluidos dentro de un estrato porque el promedio mensual tomado en sus registros de facturación en un año corresponde o cae dentro de los límites previstos para ese estrato. Por tanto, si se cambia el día irregular por otros valores de consumo mayor, y si se afecta al consumo de kWh/mes, se está afectando a una característica bajo la cual se ha elegido el abonado como muestra, y por ello, el abonado ya no pertenecería a ese estrato.

2.5.3.3 TERCER CRITERIO PARA LA VALIDACION DE DATOS.-

Otro de los problemas a solucionar son los posibles cortes de energía. Se ha previsto que en el procesamiento de datos, se deben sustituir los valores cero de corte de energía por el promedio de los otros dos medidos correspondientes a la hora y el día en que se produzca el corte. Para esto, el registrador incluirá en la memoria cierta característica que permita determinar entre un corte de energía y un cero de demanda.

2.5.3.4 CRITERIO DE VALIDACION DE INFORMACION PARA LOS ESTRATOS 1 Y 2 (De 21 a 100 kWh/mes y de 101-200 kWh/mes).-

En estos estratos donde el consumo es bajo, se pueden tener días enteros durante los cuales se detecten consumos efectivos de 0 kWh. Sin embargo, esto no significa que exista un comportamiento irregular, pero si exige que la validación de datos sea distinta.

Para estos abonados se ha pensado que resultaría mejor, en vez de detectar días de bajo consumo, detectar periodos de 3 días de bajo

consumo, es decir, se dividiría al período total de 21 días en 7 subperíodos, obteniéndose demanda media para cada uno. Luego, se pueden establecer límites de demanda mínima para detectar "subperíodos irregulares" las mismas que deberán ser sustituidas por los promedios de los 3 días correspondientes a ese subperíodo.

Por ejemplo si se toma como un subperíodo a un lunes, un martes y un miércoles, entonces si dicho subperíodo resulta irregular, el mismo deberá ser sustituido por el promedio de demanda que se obtenga de los mismos días (lunes, martes, y miércoles) de las otras dos semanas disponibles de datos.

En caso de que se detectaren más de dos subperíodos irregulares se procederá a la eliminación del abonado.

Por otra parte, se debe también verificar el consumo mensual proyectado, y de igual forma para los otros estratos, si se sobrepasa un límite de consumo mensual al incluir los datos substituidos, se procederá a substituirlos por sus valores originales.

2.5.4 PROCESAMIENTO DE DATOS Y OBTENCION DE LOS PARAMETROS EN BASE A LOS REGISTROS DIRECTOS.-

2.5.4.1 DETERMINACION DEL FACTOR DE COINCIDENCIA.-

Para determinar este parámetro, hay que considerar primeramente que varía con el número de abonados, es decir, propiamente hay que hallar una relación entre el factor de coincidencia y el número de abonados.

De la definición del factor de coincidencia se sabe que este es la relación entre la Demanda Máxima Diversificada (DMD_n) para N abonados dividido entre la suma de los Máximas Demandas Individuales de los N abonados. Es decir, para obtener este factor necesitamos de 2 cosas:

- Determinar las Máximas Demandas Individuales
- Determinar la Máxima Demanda Diversificada

En el procesamiento de los datos se debe, por otro lado, obtener las Máximas Demandas Diversificadas para 2, abonados, luego para 3 abonados, para 4, etc, hasta 50 abonados, para de esta manera poder ir obteniendo la relación entre el Factor de Coincidencia y el número de abonados. Es decir, el procesamiento de los datos debe ser iterativo con el objeto de sacar el mayor provecho de los datos a medir.

DETERMINACION DE LAS MAXIMAS DEMANDAS INDIVIDUALES.-

Debido a que los valores de coincidencia se estabilizan cuando el periodo de mediciones sobrepasa los 14 días se ha determinado que las máximas demandas individuales deberán ser escogidas respetando este criterio. Lo que se debe hacer es determinar para cada abonado la máxima demanda de el periodo completo (21 días).

DETERMINACION DE LAS MAXIMAS DEMANDAS DIVERSIFICADAS.-

Las Máximas Demandas Diversificadas serán obtenidas a partir de la suma de las curvas de carga individuales. Para su uso en la deter-

minación del factor de coincidencia, se tomará como dato la máxima demanda del período (21) días.

2.5.4.2 DETERMINACION DE LAS CURVAS DE CARGA CARACTERISTICAS.-

CURVA DE CARGA DIVERSIFICADA POR ESTRATO.-

Se debe obtener este tipo de curva para cada día de la semana.

Existen algunas alternativas para escoger una curva de carga típica. El concepto de curva de carga típica se puede resumir en decir que es aquella que más ocurre. En el caso práctico, al realizar el procesamiento de los datos, se obtendrán 21 curvas de carga diversificadas por estrato. De estas se deben elegir a las que se tomarán como representativas tanto para un día de fin de semana, para uno de semana y para el día en el que ocurra la demanda máxima.

Para el caso de escoger la curva típica de fin de semana, se deberá tomar en cuenta que la curva tendrá que ser seleccionada de 6 curvas de carga (3 sábados y 3 domingos). Debido a que no existe un criterio específico para realizar tal selección, se ha considerado como conveniente escoger aquella que presente la mayor demanda máxima. Se puede tomar también aquella que presente un factor de carga alto, es decir una buena distribución energética.

Para el caso de la curva de carga típica de un día de semana, se puede proceder con el mismo criterio, salvo que en este caso se deberá seleccionar la curva de 15 posibles.

Finalmente para el caso del día de máxima demanda, se puede escoger

como representativa aquella que en el período total de mediciones (21 días) presente la máxima demanda.

CURVA DE CARGA TIPICA INDIVIDUAL POR ESTRATO.-

El tratar de definir un procedimiento automático para seleccionar de entre 1050 curvas de carga individuales, una sola que represente al estrato, resulta un problema difícil de resolver. En el caso de esta investigación se pretende determinar curvas de carga típicas para un día de fin de semana y para uno de semana.

Primeramente hay que decir que una curva de carga de este tipo no tiene mayor aplicación, salvo en los casos en los que el comportamiento individual es importante, como por ejemplo, el tratar de mejorar el factor de carga de la curva de carga de un sistema aplicando ciertas políticas que obliguen a los usuarios a cambiar sus hábitos de consumo y por tanto la forma de su curva de carga. Desde este punto de vista, interesan más que los valores energéticos de la curva las horas en las cuales ocurren los picos de demanda. Es por esto que la presentación de este tipo de curvas conviene más que se hagan en valores en por unidad, expresando como uno al valor de la máxima demanda.

El procesamiento sugerido para la determinación de este tipo de curva es el siguiente:

a) Determinar de los datos de cada abonado, las curvas de carga, tanto para fin de semana como para día de semana, que presenten mayor demanda máxima, y de estas seleccionar a aquellas que pre-

senten el mayor factor de carga, con eso se asegura que las curvas escogidas presenten un pico notable y además una distribución energética aceptable.

Con este proceso se obtienen 2 curvas de carga por abonado, expresadas en valores en por unidad.

b) De las curvas resultantes, en por unidad, se pueden realizar promedios de manera de obtener sólo dos curvas, las cuales podrían tomarse como representativas, ambas expresadas en por unidad, una para día de fin de semana y otra para día de semana.

2.5.4.3 OBTENCION DEL FACTOR DE CARGA.-

Como se ha mencionado en el capítulo primero es apropiado obtener factores de carga diarios, semanales y del período de registro. Este factor se puede obtener a partir de las curvas de carga tanto individuales como diversificadas.

Para cada abonado, se puede obtener su factor de carga máximo, medio y mínimo. Luego, para obtener los factores de carga individuales representativos del estrato, se pueden realizar los promedios de los obtenidos para cada abonado tanto para periodos diarios, semanales y de 21 días.

Se pueden obtener factores de carga también a partir de la curva diversificada del estrato, igualmente se obtendrán factores de carga diarios, semanales y de 21 días con valores máximos mínimos y medios.

2.5.4.4 OBTENCION DE RELACIONES ENERGIA DEMANDA.-

Debido a que la curva energía-demanda es una sola, esta debe obtenerse a partir de la acumulación de datos de todos los estratos. Se ha pensado que los valores de consumo de energía obtenidos de las mediciones de campo se pueden extrapolar a valores de consumo mensual de energía. Entonces se dará un buen uso de los resultados a obtener, pues en los registros de las empresas eléctricas el consumo mensual es un dato conocido.

El número de datos totales para realizar una aproximación de la curva será de 350, puesto que se tendrán 50 datos por estrato (en total 6) y 50 datos más provenientes de las mediciones interestrato.

2.5.5 APROXIMACION DE CURVAS DE RELACIONES DE PARAMETROS.-

INTRODUCCION.-

Para la obtención de las relaciones entre factor de coincidencia y número de abonados y las curvas energía-demanda, es necesario obtener, a partir de un número de puntos grande, curvas que reflejen lo obtenido en las mediciones de campo. Para esto ha sido necesario investigar los métodos de regresión que generalmente se utilizan para elaborar estas curvas.

En el delineamiento de curvas, hay 2 aproximaciones posibles, la una es que la curva a aproximar pase exactamente a través de los puntos dados.

El método de aproximación potencial utiliza este tipo de aproxima-

ción. En este caso este método no resulta adecuado, pues los datos que obtenemos son típicamente experimentales.

Una segunda aproximación la cual provee resultados más satisfactorios para datos experimentales, utiliza una función de aproximación la cual grafica como curva punteada que tiene la forma sugerida por los valores de los datos pero no pasa exactamente los puntos.

En ingeniería la aproximación de curvas juega un rol importante en el análisis, interpretación y correlación de valores experimentales con modelos matemáticos formulados a partir de principios de ingeniería. En forma general, la aproximación de curvas involucra la determinación de una función continua

$$y = f(x)$$

la cual resulta la más razonable o la mejor aproximación de los valores experimentales $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots$ etc. la forma particular de $f(X)$ puede ser conocida, es decir, se espera que sea de una cierta forma de acuerdo a las leyes físicas o teóricas que gobiernen el problema.

Por otra parte, la manera en que aparecen los valores sugiere la forma particular de $f(X)$. Por ejemplo los puntos X, Y de la figura 2.4, pueden sugerir que los valores medidos se pueden representar por una línea recta, esto es:

$$Y = f(X) = C_1 + C_2 \cdot X \quad (2.3)$$

se puede, por supuesto, construir una línea recta a través de los puntos. Sin embargo, como se verá más adelante las constantes C_1 y C_2 pueden ser determinadas por el criterio de los mínimos cuadrados para obtener la "línea recta de mayor aproximación" a los valores experimentales.

Otra manera de aproximar los puntos de la figura 2.4, puede ser mediante la ecuación:

$$Y = f(X) = C_1 + C_2 \cdot X^2 \quad (2.4)$$

Sin embargo puede ser que esta no sea la mejor aproximación.

2.5.5.1 METODO DE MINIMOS CUADRADOS PARA APROXIMACION DE FORMAS LINEALES (28) .-

Consideramos una aproximación de curvas con una curva que tenga la forma de:

$$Y = f(X, C_1, C_2, \dots, C_m) = C_1 \cdot f_1(X) + C_2 \cdot f_2(X) + \dots + C_m \cdot f_m(X)$$

Donde la variable dependiente es Y y es lineal con respecto a las constantes C_1, C_2, \dots, C_m .

Esto es las constantes aparecen solo como coeficientes y no como parte de los argumentos como por ejemplo en

$$Y = C_1 + C_2 \cdot X \quad \text{ó} \quad Y = C_1 \cdot \text{sen}(C_2 \cdot X)$$

donde Y no resulta ser lineal con respecto a los argumentos.

Las ecuaciones (2.3) y (2.4) son formas lineales con constantes no determinadas.

Como se verá en breve, en el método de mínimos cuadrados las constantes son determinadas con el objeto de minimizar la suma de las diferencias entre los valores medidos (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) y la función correspondiente $Y=f(X)$, utilizada para realizar la aproximación.

El procedimiento de los mínimos cuadrados se puede generalizar en forma de ecuaciones matriciales que pueden ser resueltas por cualquiera de los métodos existentes para el efecto.

La función $Y=f(X)$ se puede escribir en la forma general

$$Y=f(X)=C_1.f_1(X)+C_2.f_2(X)+\dots+C_m.f_m(X)$$

en los cuales X e Y corresponden a valores experimentales.

Esto es :

$$Y_i = C_1.f_1(X_i) + C_2.f_2(X_i) + \dots + C_m.f_m(X_i)$$

ó:

$$Y_i = \sum_{k=1}^m C_k.f_k(X_i) \quad (2.5)$$

Considerando los "residuos" r_1, r_2, \dots, r_n para la aproximación de mínimos cuadrados, de la ecuación 2.5 se obtiene que:

$$\begin{array}{r}
 C_k \cdot f_k(X_1) - Y_1 = r_1 \\
 C_k \cdot f_k(X_2) - Y_2 = r_2 \\
 \hline
 C_k \cdot f_k(X_n) - Y_n = r_n
 \end{array} \quad (2.6)$$

donde n es el número de puntos dato.

El método de los mínimos cuadrados tiene por objeto minimizar la suma de los residuos al cuadrado, esto es:

$$\sum_{i=1}^n (r_i)^2 = \text{mínimo} \quad (2.7)$$

Considerando a r_i como una función de las constantes $C_1, C_2, \text{etc.}$, de la ecuación 2.7 se establece que:

$$\sum_{i=1}^n (r_i)^2 = 0 \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^n r_i \frac{r_i}{C_k} = 0 \quad (2.9)$$

para $k = 1, 2, \dots, m$

Aplicando esto último a la ecuación 2.6 se tiene que la ecuación 2.9 puede escribirse en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} r_1 & r_2 & \dots & r_n \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 \frac{r_1}{C_1} & \frac{r_1}{C_2} & \dots & \frac{r_1}{C_m} \\
 \frac{r_2}{C_1} & \frac{r_2}{C_2} & \dots & \frac{r_2}{C_m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \frac{r_n}{C_1} & \frac{r_n}{C_2} & \dots & \frac{r_n}{C_m}
 \end{bmatrix}
 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Del grupo de ecuaciones 2.6 se nota que:

$$\frac{d r_i}{d C_k} = f_k(X_i) \quad (2.11)$$

Luego de la ecuación 2.10 se puede escribir:

$$[r_1 \ r_2 \ \dots \ r_n]F = [0 \ 0 \ \dots \ 0] \quad (2.12)$$

donde F es:

$$F = \begin{bmatrix} f_1(X_1) & f_2(X_1) & \dots & f_m(X_1) \\ f_1(X_2) & f_2(X_2) & \dots & f_m(X_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_1(X_n) & f_2(X_n) & \dots & f_m(X_n) \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

Mediante un proceso simple se puede demostrar que:

$$F^T F \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_m \end{bmatrix} = F^T \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$$

o simplemente:

$$F^T F \{ C \} = F^T \{ Y \} \quad (2.14)$$

La utilización de la ecuación 2.14 facilita la formulación de ecuaciones algebraicas lineales, donde las constantes C_1 , C_2 , C_3 , ..., C_m se determinan a partir del criterio de los mínimos cuadrados al resolver el sistema de ecuaciones planteado en 2.14, donde la matriz F se obtiene fácilmente de las funciones mediante las cuales se realiza la aproximación de los datos y a los valores de los puntos X.

De igual manera el vector {Y} corresponde a las ordenadas de los

pares de datos que se quiere aproximar.

FUNCIONES EXPONENCIALES.-

Este tipo de funciones aparecen frecuentemente en cualquier análisis físico y en el caso de esta investigación, son funciones mediante las cuales generalmente se obtienen mejores resultados para la aproximación de relaciones entre el factor de coincidencia y el número de abonados.

En estas, sin embargo, suele aparecer en el exponente una constante no determinada y como resultado de ello la función $f(X)$ para la aproximación de curvas no será una forma lineal. Ventajosamente, esta forma de $f(X)$ puede transformarse a una forma lineal mediante la aplicación de logaritmos. Por ejemplo, en la siguiente expresión:

$$Y = k_1 e^{-k_2 \cdot X} \quad (2.15)$$

en la que k_1 y k_2 son números reales positivos, si se toman los logaritmos naturales a uno y otro lado de la expresión queda:

$$\ln Y = \ln k_1 - k_2 \cdot X \quad (2.16)$$

y tomando a $Z = \ln Y$, $C_1 = \ln k_1$ y $C_2 = -k_2$, entonces 2.15 se puede expresar como:

$$Z = C_1 + C_2 \cdot X \quad (2.17)$$

que representa la ecuación de una línea recta en la que las constantes C_1 y C_2 se pueden encontrar a partir del método de los mínimos cuadrados como se ha descrito en la parte inicial de este punto.

En realidad la ecuación 2.17 indica que la ecuación 2.16 se puede dibujar como una línea recta en un papel semilogarítmico, donde los valores de Y serán los valores de la ordenada.

Se debe tomar muy en cuenta que en la aproximación realizada por el método de los mínimos cuadrados en la ecuación 2.17 se está minimizando r_i en la cual:

$$r_i = C_1 + C_2 \cdot X_i - \ln Y_i.$$

Esto significa que el error obtenido entre los datos y la función $Z = C_1 + C_2 \cdot X$ será en el $\ln Y_i$ y no en Y_i .

GRADO DE AJUSTE.-

Si para un mismo experimento se toman como modelos a varias funciones, es obvio que la que mejor se aproxime a los valores experimentales es la que presente los menores valores de r_i .

Una forma práctica de analizar que tan buena es la ecuación para modelar un grupo de observaciones, es calcular el coeficiente de correlación.

Correlación es:

"El grado de relación entre las variables que se estudia para determinar en que medida una ecuación lineal o de otro tipo describe o explica de una forma adecuada la relación (24) entre variables."

Este coeficiente se conoce como r , siendo r :

$$r = \sqrt{\frac{\text{Variación explicada}}{\text{Variación total}}} \quad (2.18)$$

Siendo:

Variación explicada = (Valor estimado mediante la fórmula - Valor medio de los datos observados en Y)²

Variación total = (Valor de Y observ. - Valor med. de los datos observados)²

Entonces:

$$r = \sqrt{\frac{(Y_{est.} - Y)^2}{(Y_{obs.} - Y)^2}} \quad (2.19)$$

Cuando $r^2 = 1$, el ajuste es perfecto; cuando el valor de r^2 se aproxime más a la unidad mejor será la aproximación.

Este criterio, simple, tiene un gran utilidad en datos que se

pueden aproximar mediante algunos tipos de curvas. En el caso de las relaciones entre factor de coincidencia y número de abonados, por ejemplo, este criterio servirá para determinar de algunos tipos de curva propuestos, la más conveniente.

En las curvas energía demanda también resulta idóneo el determinar el grado de ajuste por medio de este criterio, pues se pueden probar distintas funciones de las cuales se escogerá aquella que mejor ajuste presente.

2.5.5.2 FUNCIONES UTILIZADAS PARA LA APROXIMACION DE LA RELACION ENTRE EL FACTOR DE COINCIDENCIA Y EL NUMERO DE ABONADOS.-

El factor de coincidencia en su relación con el número de abonados presenta relaciones que responden a funciones exponenciales, este tipo de funciones describen el fenómeno de la diversificación de la carga. Sin embargo existen muchos modelos matemáticos mediante los cuales se puede simular este tipo de curvas.

De acuerdo a lo que se ha encontrado en las referencias, las funciones más usuales mediante las cuales se puede aproximar estas relaciones son:

- Regresión hiperbólica ⁽²⁾, es decir, una función polinomial de segundo grado que tiene la forma :

$$Y = A + B.X + C.X^2 \quad (2.20)$$

donde Y corresponde a la variable factor de coincidencia y X a la

variable independiente número de abonados.

- (23)
- Función de primer grado inversa, que relaciona el factor de coincidencia (Y) y el número de abonados (X) de la siguiente manera:

$$Y = A + \frac{B}{X + C} \quad (2.21)$$

donde varían solamente los coeficientes A y B, siendo C un valor fijo que se recomienda esté entre 3 y 5.

- Regresión exponencial de la forma:

$$Y = A e^{B.X} \quad (2.22)$$

Estas formas de regresión se pueden incluir en el método de los mínimos cuadrados, como ya se ha explicado anteriormente de la siguiente forma:

- En la ecuación 2.20 el método explicado anteriormente se aplica directamente.

- En la ecuación 2.21, como sólo hay dos constantes que varían, A y B, su tratamiento por el método de los mínimos cuadrados no presenta problemas.

- La ecuación 2.22 puede transformarse a una forma lineal tomando

los logaritmos a uno y otro lado de la ecuación para obtener:

$$\ln Y = \ln A + B.X$$

y si,

$$Y' = \ln Y, \quad A' = \ln A \quad \text{y} \quad X' = X \quad \text{se obtiene:}$$

$$Y' = A' + B.X' \quad (2.23)$$

que es una forma lineal.

Sin embargo, existen muchas otras funciones que permiten aproximar convenientemente esta relación. Si se juega un poco con estas, es posible encontrar alguna función que a la hora de evaluar el grado de ajuste, mediante el coeficiente de correlación pueden resultar más exactas.

2.5.5.3 FUNCIONES UTILIZADAS EN LA APROXIMACION DE LA RELACION ENTRE ENERGIA CONSUMIDA Y DEMANDA MAXIMA.-

Debido a la característica de esta curva, la mayoría de aproximaciones reportadas en la bibliografía corresponden al tipo polinomial, es decir:

$$Y = A + B.X + C.X^2 + D.X^3 + \dots + Z.X^n \quad (2.24)$$

donde Y es la variable dependiente y corresponde al valor de demanda máxima y X es la variable independiente y corresponde al consumo mensual (o de un periodo de tiempo conveniente) de energía. A, B, C, ..., Z corresponden a las constantes a determinar por el

(2)(29)
 método de los mínimos cuadrados.

El grado máximo de estos polinomios no supera el de 3, Sin embargo, en la referencia (2) se recomienda utilizar más de un polinomio en la elaboración de la curva, es decir, aproximar una parte de esta mediante una función y otra mediante una distinta.

Se puede sugerir, sin embargo, utilizar otra forma de aproximación de datos, este ajuste corresponde al llamado potencial, y tiene la forma:

$$Y = A.X^B \quad (2.25)$$

que es una forma no lineal, pero que se convierte en lineal aplicando logaritmos de la siguiente manera:

$$\ln Y = \ln A + B.\ln X$$

y si,

$$Y' = \ln Y, X' = \ln X \text{ y } A' = \ln A$$

se tiene que:

$$Y' = A' + B.X' \quad (2.26)$$

que es un forma lineal.

2.5.6 CONCATENACION ENTRE MEDICIONES Y ENCUESTAS.-

Del proceso de datos, se deberán crear archivos que permitan la concatenación de la información obtenida de las mediciones de campo

con la de las encuestas. Para esto, se ha pensado crear archivos que contengan ordenadamente el código del abonado, su consumo mensual medio y la demanda máxima, de forma que luego, mediante un programa de computación adecuado se puedan obtener relaciones como carga instalada-demanda máxima, área de la vivienda-demanda y área de la vivienda-consumo mensual.

2.5.7 OBTENCION DE RESULTADOS DEL ESTRATO.-

Una vez realizado este proceso, se pueden obtener todos los parámetros anteriormente descritos para el estrato a excepción de las relaciones energía-demanda, que será mejor obtenerla de la acumulación de datos de todos los estratos.

2.5.8 CONCATENACION CON LOS RESULTADOS DE OTROS ESTRATOS Y DE LAS MEDICIONES INTERESTRATOS.-

De la acumulación de datos obtenidos del procesamiento, se obtendrán los resultados generales de la investigación. Para esto será necesario identificar a los datos de cada estrato de manera adecuada. En este punto del proceso se deberá utilizar un programa que permita procesar la información necesaria para obtener las curvas energía-demanda y las relaciones entre la carga instalada-demanda y área de la vivienda-demanda además de algunos otros parámetros que puedan resultar de interés.

2.5.9 OBTENCION DE RESULTADOS TOTALES.-

Del análisis de los resultados obtenidos, se deberán proyectar ya los primeros pasos hacia la consecución de la finalidad última de

la investigación, es decir, lograr una adecuada administración de carga en los transformadores de distribución y el apoyo que la información obtenida pueda proveer a la planificación y diseño de redes.

2.5.9.1 PRESENTACION DE RESULTADOS.-

En el transcurso de este trabajo, se han descrito varias formas mediante las cuales las distintas referencias presentan los resultados obtenidos. Sin embargo, las dos principales relaciones a las que se ha orientado el trabajo desarrollado son: a) factor de coincidencia Vs. número de abonados y b) relación energía-demanda. La forma habitual de presentar estas relaciones se indican en las figuras 1.6, 1.7 y 2.3, ó los nomogramas presentados en las figuras 1.8 o 1.11. Se puede pensar en figuras similares para las relaciones entre carga instalada-demanda por ejemplo, ó area de la vivienda-consumo mensual, etc.. Todo esto queda ya sujeto al criterio de quienes manejen la información obtenida y dependerá de un análisis profundo de los resultados.

Figura 2.1.
Factor de Potencia Vs. Porcentaje de
grupos de prueba que tienen dicho F.p.

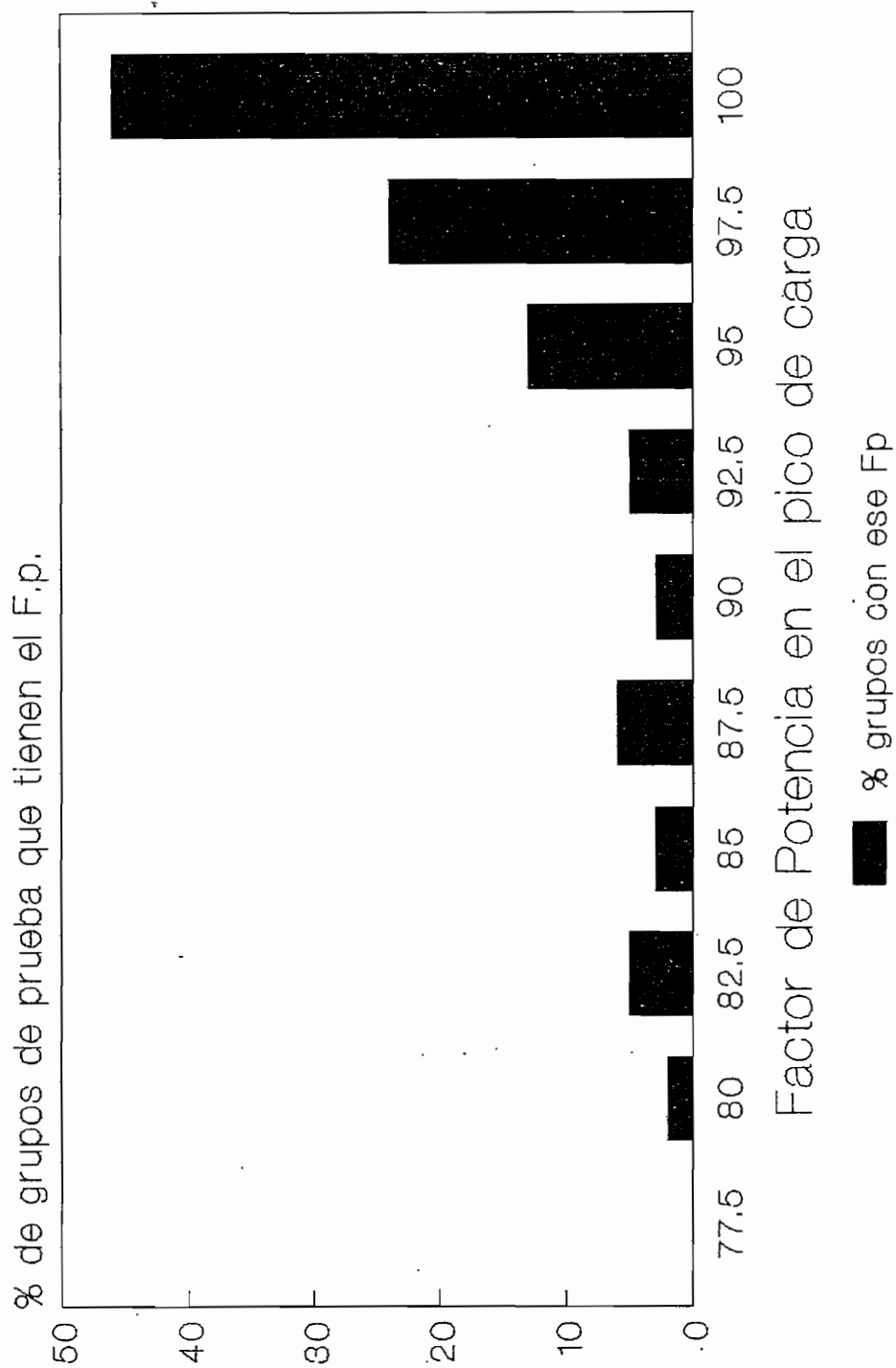
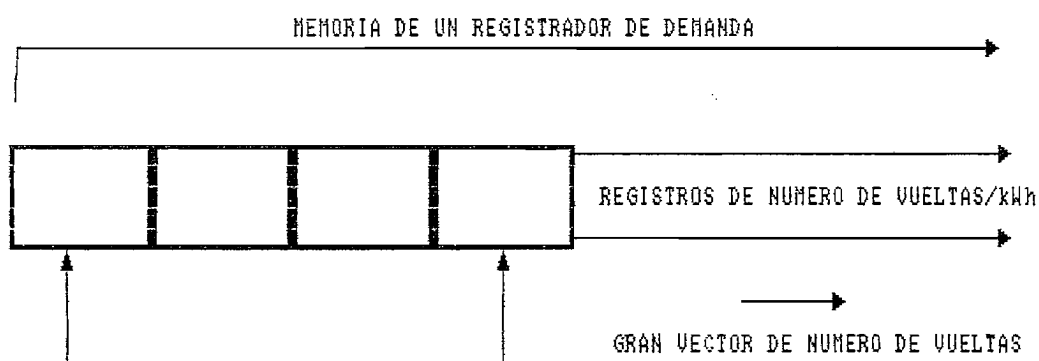


Figura 2.2

Diagrama indicando la forma en la que se almacenaran los datos en los registradores de demanda.

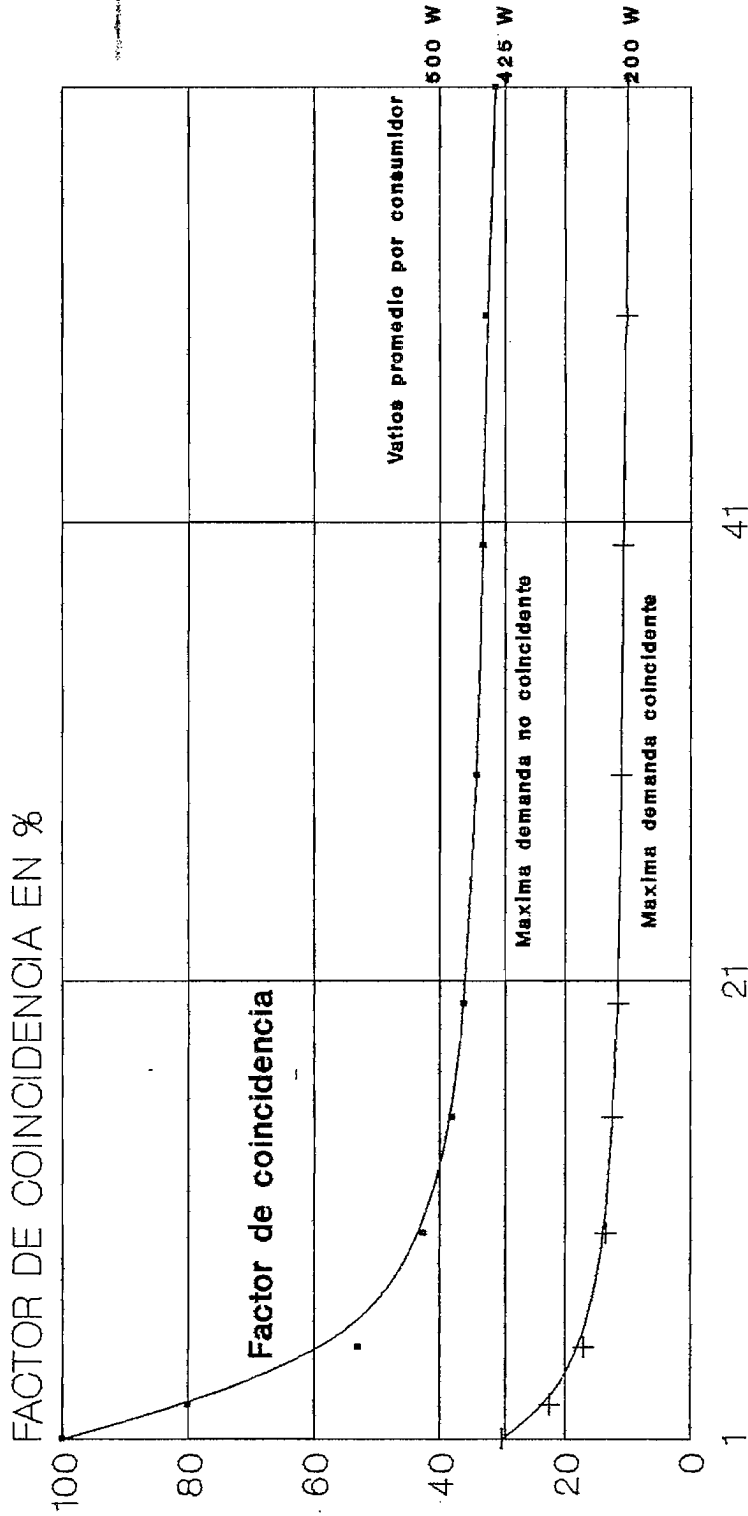


4 CAMPOS EN LOS QUE
SE ALMACENARAN DATOS
PARA CADA ABONADO:

DATOS A ALMACENAR:

- CODIGO DEL ABONADO, IDENTIFICACION DEL ESTRATO.
- NUMERO DE VUELTAS/kWh
- HORA DE INICIO
- FECHA DE INICIO

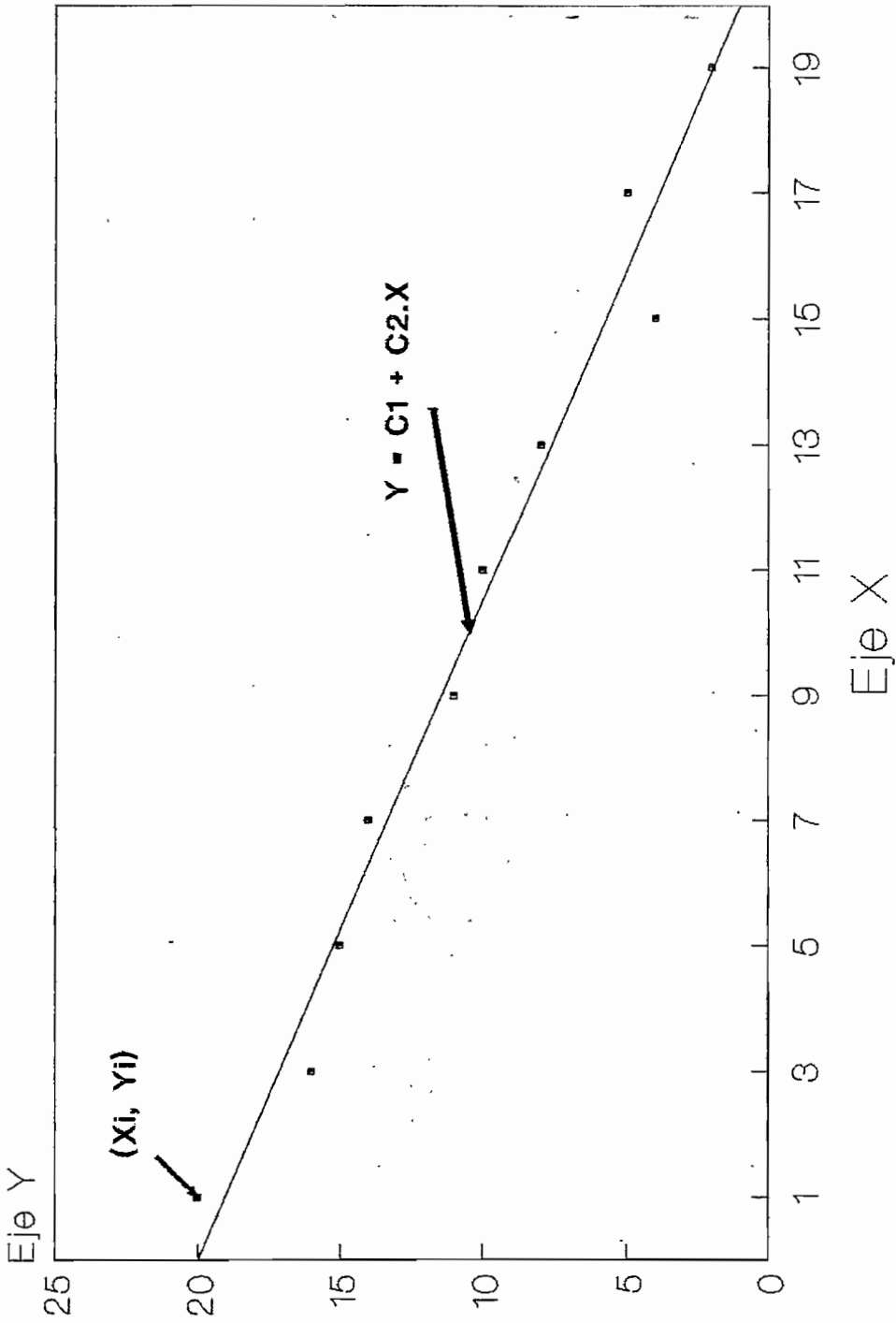
Figura 2.3
 Variación del Fcoín. y las Dem.Max. de
 un periodo de 3 semanas con el # de abon.



NUMERO DE CONSUMIDORES EN UN GRUPO

Numero total de consumidores 80
 kWh promedio anuales por abonado 598
 REFERENCIA (3)

Figura 2.4
Puntos que sugieren una línea recta.



CUADRO No.2.1
 DISTRIBUCION ESTADISTICA MAS CONVENIENTE PARA
 LA OBTENCION DE RESULTADOS CONFIABLES CON
 50 MEDIDORES DISPONIBLES.

ESTRATO	RANGO kWh/mes	PROMEDIO kWh/mes	TAMAÑO POR ESTRATO	No. ABONADOS % DEL TOTAL	ENERGIA DEL ESTRATO EN % DEL TOTAL
1	31- 100	68,2	8,00	29,8	9,32
2	101- 160	128,1	5,75	24,9	14,63
3	161- 300	216,9	13,35	25,3	25,21
4	301- 500	381,6	8,51	11,2	19,55
5	501- 800	621,6	6,28	5,5	15,82
6	801-1500	1043,8	8,11	3,2	15,47
TOTAL			50,00	100,0	100,00

REFERENCIA (1)

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.2.2
 CALENDARIO DE INSTALACION DE REGISTRADORES,
 RECOPIACION DE DATOS Y RETIRO DE
 REGISTRADORES PARA UN ESTRATO DETERMINADO.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
R																						
E																						
V																						
I																						
S	8A;9D																				8A;8D	
I																						
D																						
N																						
Y																						
	8B;8E				PRIMERA						SEGUNDA							TERCERA			8B;8E	
C																						
A					SEMANA						SEMANA							SEMANA				
L																						
I																						
B																						
R																						
A																						
C	9C;8F																					9C;8F
I																						
D																						
N																						
INSTA																						RETIRO

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.2.3
PROGRAMACION DE LAS MEDICIONES.

4 SEMANAS 28 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS			1 SEMANA 7 DIAS			4 SEMANAS 28 DIAS					
I	R	R	I	R	R	I	R	R	I	R	R	I	R	R	I	R	R	I	R	R	P	L	P	R	R	R
N	E	E	N	E	E	N	E	E	N	E	E	N	E	E	N	E	E	N	E	E	O	A	R	E	E	E
S	C	T	S	C	T	S	C	T	S	C	T	S	C	T	S	C	T	S	C	T	O	A	R	E	E	E
T	O	I	T	O	I	T	O	I	T	O	I	T	O	I	T	O	I	T	O	I	O	A	R	E	E	E
A	P	R	A	P	R	A	P	R	A	P	R	A	P	R	A	P	R	A	P	R	O	A	R	E	E	E
L	I	D	L	I	D	L	I	D	L	I	D	L	I	D	L	I	D	L	I	D	O	A	R	E	E	E
A	L		A	L		A	L		A	L		A	L		A	L		A	L		O	A	R	E	E	E
C	A	Y	C	A	Y	C	A	Y	C	A	Y	C	A	Y	C	A	Y	C	A	Y	O	A	R	E	E	E
I	C		I	C		I	C		I	C		I	C		I	C		I	C		O	A	R	E	E	E
O	N	D	O	N	D	O	N	D	O	N	D	O	N	D	O	N	D	O	N	D	O	A	R	E	E	E
N	O	E	N	O	E	N	O	E	N	O	E	N	O	E	N	O	E	N	O	E	O	A	R	E	E	E
N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	O	A	R	E	E	E
		C			C			C			C			C			C			C	O	A	R	E	E	E
		A			A			A			A			A			A			A	O	A	R	E	E	E
		R			R			R			R			R			R			R	O	A	R	E	E	E
		G			G			G			G			G			G			G	O	A	R	E	E	E
		D			D			D			D			D			D			D	O	A	R	E	E	E
		E			E			E			E			E			E			E	O	A	R	E	E	E
		D			D			D			D			D			D			D	O	A	R	E	E	E
		A			A			A			A			A			A			A	O	A	R	E	E	E
		T			T			T			T			T			T			T	O	A	R	E	E	E
		D			D			D			D			D			D			D	O	A	R	E	E	E
		S			S			S			S			S			S			S	O	A	R	E	E	E
ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	INTERESTRAT	OBTENCION DE RESULTADOS																			

MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA

ENCUESTA ESTRATO 1	ENCUESTA ESTRATO 2	ENCUESTA ESTRATO 3	ENCUESTA ESTRATO 4	ENCUESTA ESTRATO 5	ENCUESTA ESTRATO 6
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

CUADRO No. 2.4
 TIEMPOS NECESARIOS PARA SUBSTITUIR UN
 MEDIDOR NORMAL POR UN REGISTRADOR.

TIPO DE MEDIDOR	TIEMPO DE CAMBIO (minutos)	MOVILIZACION (minutos)	TOTAL (min)
MONOFASICO	20	20	40
TRIFASICO	45	20	65
PROMEDIO	33	20	53
FRACCION-HORA	0,55 h	0,33 h	0,88h

FUENTE: E.E.G.S.A.

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.2.5

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE LA INVESTIGACION DE CARGA RESIDENCIAL.
MEDICIONES DE CAMPO Y PROCESO DE DATOS

RUBRO	DOLARES	SUCRES
INSTRUMENTOS		
50 Registradores digitales	37 500,00	
50 Contadores de energia	2 000,00	
1 Microcomp. transf. datos	1 300,00	
PERSONAL		
1 Director de unidad (6 meses)		3 600 000,00
1 Ingeniero EEG (4 meses)		2 100 000,00
5 Profesores E.P.N.(23 meses)		12 075 000,00
Estudiantes E.P.N. (45 meses)		1 350 000,00
Personal instal.medid.(3 meses)		360 000,00
Técnicos const. med.(9 meses)		2 700 000,00
Secretaria (2 meses)		300 000,00
COMPUTACION Y GASTOS VARIOS		
Tiempo computador		4 500 000,00
Suministros de oficina		240 000,00
<hr/>		
TOTALES	USA \$ 40 000,00	S./27 225 000,00
TOTAL EN DOLARES	USA \$ 81 884,00	

REFERENCIA (25)

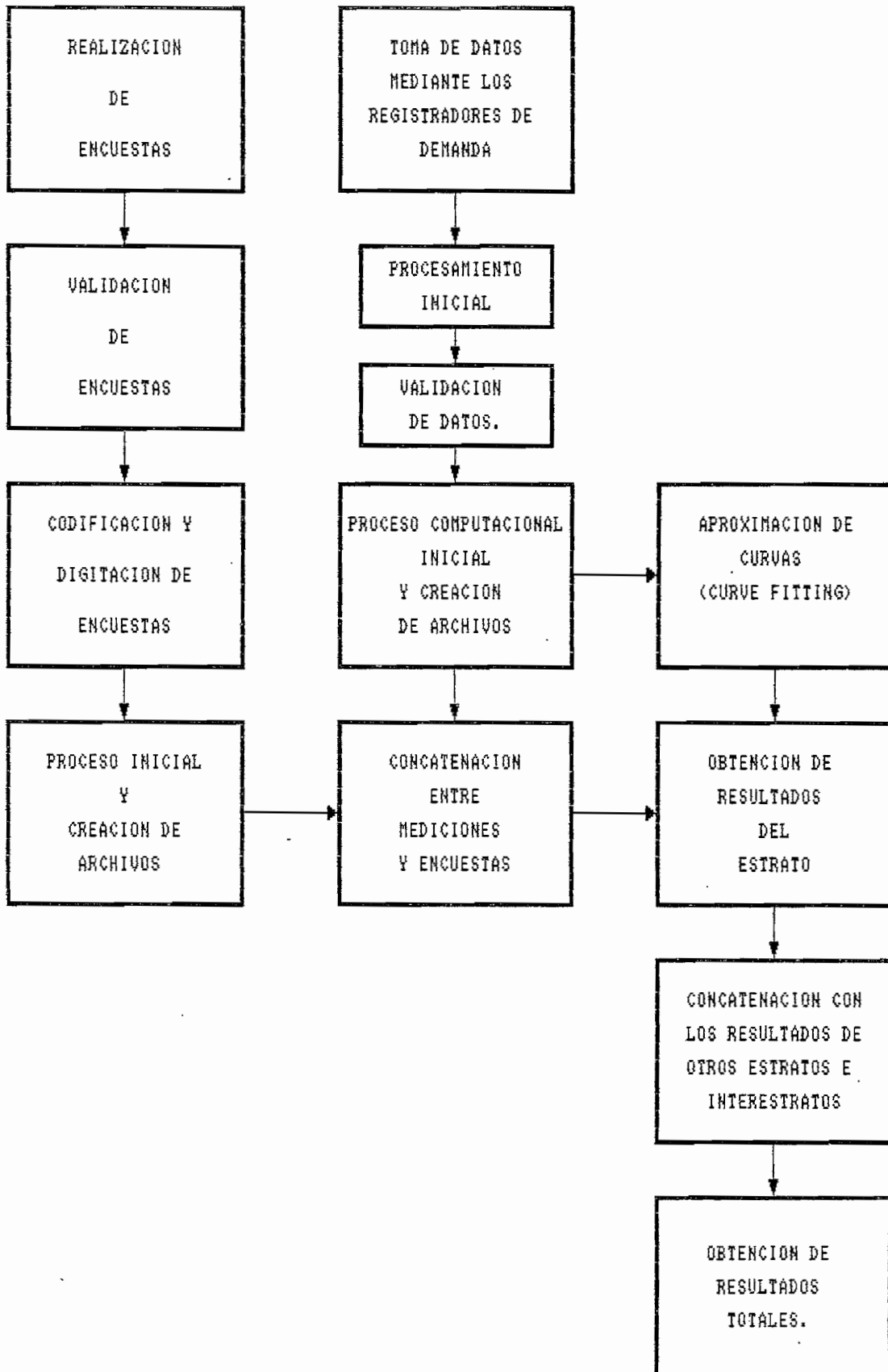
CUADRO No. 2.6

UTILIZACION DE PERSONAL (INVESTIGACION DE CARGA RESIDENCIAL)

PERSONAL	NUMERO DE PERSONAS	TIEMPO EN MESES
DIRECTOR UNIDAD	1	6
INGENIERO EQO	1	4
PROFESOR EPN (POTENCIA)	1	4
PROFESOR EPN (SISTEMAS)	1	6
PROFESOR EPN (SISTEMAS)	1	4
PROFESOR EPN (DIGITALES)	1	5
PROFESOR EPN (DIGITALES)	1	4
ESTUDIANTES EPN:		
PLANEAMIENTO	1	4
LECTURA Y TRANSFERENCIA INFORMACION	2	8
ENCUESTAS	2	8
PROCESAMIENTO INFORMACION	2	23
DESARROLLO Y CONSTRUCCION INSTRUMENTOS	2	2
PERSONAL INSTALACION INSTRUMENTOS	4	3
TECNICOS CONSTRUCCION DE INSTRUMENTOS	3	9
SECRETARIA	1	2

REFERENCIA (25)

ESQUEMA DEL PROCESAMIENTO DE DATOS DE LAS MEDICIONES Y ENCUESTAS DE CAMPO POR ESTRATO.



CAPITULO TERCERO

ABONADOS DE TIPO COMERCIAL

3.1 ANALISIS DEL SECTOR COMERCIAL DISTRIBUIDO DE LA E.E.Q.S.A.

3.1.1 INTRODUCCION.-

A pesar que se conocen ciertas características de uso de la energía para aquellos abonados comerciales grandes en los e cuales se realizan mediciones de demanda máxima y factor de potencia, las costumbres eléctricas de los pequeños comerciales no han sido determinadas aún.

Debido a que no se ha logrado definir una estratificación adecuada para este sector de la población ⁽¹⁾ se requieren conocer las características básicas de su consumo, con la finalidad de que en un futuro se pueda realizar un estudio similar al detallado en este trabajo para los abonados de tipo residencial.

3.1.2 DEFINICION DE ABONADO COMERCIAL.-

De acuerdo al "Reglamento para la Fijación de Tarifas de Servicios Eléctricos" se define como servicio comercial a "los servicios de energía eléctrica suministrados a, casas, edificios, departamentos, etc., destinados por el abonado y/o sus inquilinos para fines de negocios o actividades profesionales, educacionales y a locales destinados a cualquier otra actividad por la cual sus propietarios y/o sus arrendatarios perciban alguna remuneración del público que a ellos concorra. Se clasificará por lo tanto dentro del servicio

comercial, el suministro de energía a tiendas, almacenes, salas de cine, hoteles y afines, escuelas, colegios, y universidades, clínicas, etc. En caso de que la casa, edificio, departamento, etc. o parte de ellos sirva a la vez como residencia de los abonados y/o sus inquilinos y si sólo existe un medidor de energía, todo el consumo de energía se lo considerará como servicio comercial".

3.1.3 ANALISIS DEL SECTOR COMERCIAL.-

Dentro de los abonados tipo comercial, como se puede concluir de su definición, caen una cantidad de abonados que presentan mucha diversidad en la forma de utilizar la energía eléctrica. Una base desde la cual se puede partir para determinar el comportamiento de un abonado comercial, es la referencia presentada como No.20 . (Incidencia del gasto de energía eléctrica en los costos de operación de los Pequeños Comerciantes") De esta referencia se han tomado el cuadro No. 3.1. y el No. 3.2..

El cuadro 3.1. presenta una distribución de los pequeños comerciantes por tipo de establecimiento y consumo promedio mientras que el 3.2. establece la relación de utilización del local tanto solo para comercio y para comercio y vivienda.

El cuadro No. 3.3. presenta la misma subdivisión pero estimando el porcentaje de consumo con respecto al total. Como se nota en este mismo cuadro a pesar de que en la distribución general el tipo de abonado "otros" su porcentaje parece ser bajo con respecto al total (12,88), en lo que se refiere a consumo representan un alto porcentaje (cerca del 50%).

Por lo tanto la incidencia en el pico de estos abonados será también considerable.

Por otra parte, en la referencia (20), se estipula que la tarifa aplicada a los pequeños comerciantes de Quito presenta los siguientes porcentajes: Tarifa comercial el 60,16%, tarifa residencial 29,30% y otros el 10,53%. Estos valores son estimados debido a que se han determinado a partir de una muestra. Sin embargo indican que alrededor del 40% de los abonados comerciales no son considerados como tales en los registros de facturación.

Este dato acompañado con los presentados en el cuadro 3.1 indican que un gran porcentaje de abonados comerciales presenta un comportamiento eléctrico que se confunde con otro que no refleja las características típicas de un abonado de este tipo. En efecto, un alto número de abonados comerciales comparte su actividad comercial con la residencial.

3.2 ANALISIS DE LA POSIBLE ESTRATIFICACION DE ESTE SECTOR.-

El principal problema que involucra un muestreo estratificado es determinar una característica adecuada para realizar la estratificación más conveniente de forma que los subgrupos obtenidos presente características homogéneas de comportamiento de acuerdo con el objeto que se pretenda lograr.

En el caso de los abonados de tipo comercial es necesario encontrar una característica que permita eliminar la gran variabilidad de comportamientos existentes debido a la amplia gama de actividades

desarrolladas en el comercio. La definición de la característica deberá permitir agrupar en forma óptima a conjuntos de abonados que presenten comportamientos muy similares entre si. En los abonados tipo residencial, que se suponen representan todos entre si, comportamientos parecidos, la característica escogida para lograr una estratificación conveniente es el consumo de energía mensual por abonado, esta permite asociar individuos de una gran similitud debido a que el tipo de artefactos eléctricos utilizados son practicamente los mismos. Sin embargo, en el caso del abonado comercial no se puede decir lo mismo pues, la gran diversidad de artefactos utilizados en esta actividad no permite, a pesar de que se puedan tener consumos mensuales similares, agrupar abonados con comportamientos parecidos. Por ejemplo si se comparan una peluquería y un bazar, a pesar de que ambos negocios podrian tener consumos muy parecidos de energía mensuales, presentan comportamientos desiguales, debido a que mientras el uno utiliza la energía tanto en iluminación como en la operación de otros equipos, el otro utiliza la energía sólo con la finalidad de la iluminación.

En la referencia (1) se sugiere como conveniente tomar como característica para "dividir a la población" posibilitando una distribución más homogénea de los medidores de la población y estimaciones más precisas de las relaciones de carga al destino del uso de la energía por parte de los abonados, es decir, si a iluminación o al funcionamiento de los distintos equipos o a otros. En dicha referencia todavía no se habla de estratificar, sino solamente de dividir a la población, la división propuesta es la

siguiente:

- Comercios que destinan la energía básicamente a iluminación.
- Comercios con iluminación y artefactos varios.
- Comercios con mayores consumos como restaurantes y hoteles.

La conformación de estos grupos deberá realizarse tratando de establecer patrones en al forma de utilizar la energía.

Por ejemplo, en el primer grupo:

Almacenes y negocios varios cuyo principal uso de energía sea la iluminación, tal es el caso de las librerías, papelerías, agencias de viaje, almacenes de calzado, ferreterías, almacenes de venta de repuestos, almacenes de venta de muebles, oficinas en general, etc.

El segundo grupo estaría conformado por servicios varios como peluquerías y salones de belleza, estudios fotográficos, talleres pequeños de reparación eléctrica y mecánica, vulcanizadoras, clínicas, consultorios médicos y odontológicos, etc.

El último grupo abarcará establecimientos de atención a comensales, como bares, salones y restaurantes, cafeterías, discotecas, pensiones y residencias.

A partir de esta clasificación "preliminar", el siguiente paso a realizar es comprobar que la característica tomada para elaborar la división es válida y que ciertamente permite homogeneizar a las unidades de la población. Dentro de este punto se requiere realizar un trabajo amplio de campo a partir del cual se conozca un poco más acerca de las costumbres eléctricas de este tipo de

abonados.

3.3 PARAMETROS DESEABLES EN EL ABONADO TIPO COMERCIAL.-

Debido a la gran diversidad presentada en los abonados de tipo comercial, se debe tratar de obtener parámetros que permitan definir una estratificación de la población. Si se ha pensado dividir la población comercial en función de los tres tipos de uso mencionados anteriormente, se deberán obtener datos que permitan demostrar la similitud de comportamientos entre los subgrupos determinados.

Se puede pensar en la posibilidad de sondear el comportamiento eléctrico, tomando algunos registros de curvas de carga que orienten el procedimiento investigativo, para que se indiquen a breves rasgos los tipos de consumo y los horarios en los cuales trabajan los negocios. Sin embargo, un estudio de este tipo, no puede considerarse representativo puesto que no se conocen exactamente ni un tamaño de muestra apropiado ni se sabe con certeza que la característica escogida (uso de la energía) es la más adecuada. A pesar de esto, el resultado posible de obtener puede resultar orientativo.

Por esto, la posibilidad de realizar una encuesta previa, debe considerarse como el punto inicial desde el cual debe partir una investigación de este tipo. Los principales objetivos de la encuesta a realizar son los siguientes:

- 1) Porcentajes de población que pertenecen a cada una de las subdivisiones propuestas.

- 2) Porcentajes de abonados de cada tipo que combinan su actividad comercial con la residencial.
- 3) Horarios de trabajo más comunes en cada subdivisión propuesta.
- 4) Aparatos típicos de cada subdivisión. Determinación de aquellos de mayor potencia nominal y su contribución al pico.
- 5) Relaciones entre el consumo mensual de energía y la carga instalada para cada subdivisión.
- 6) Porcentaje de utilización del área del local especificando las áreas comercial y residencial. Área de los locales y su relación con la carga instalada.

3.4 ENCUESTA TIPO.-

En el Anexo No.2, se presentan los modelos de encuesta previstos para este tipo de abonado. Es necesario indicar que antes de definir la encuesta definitiva, se debe realizar una encuesta piloto, mediante la cual se verifique que la información requerida se pueda obtener de acuerdo a las preguntas formuladas en la encuesta. En caso de que se encuentren fallas en el diseño de la encuesta, esta deberá ser reformulada, de forma que las preguntas que en esta se realicen sean respondidas con facilidad y conduzcan a obtener los resultados e información deseados.

3.5 POSIBLES FORMAS DE PROCESAR LA INFORMACION.-

El estudio de las encuestas debe ser hecho, primeramente, analizando el total de las encuestas realizadas de forma visual. No cabe formular un procesamiento de datos, sin antes haber obtenido un resultado preliminar, desde el cual se pueda sugerir un proceso

conveniente.

Es importante, por otro lado, que el número de encuestas a realizar sea tal que asegure la validez de los resultados a obtener. Es probable que el número de encuestas resulte ser alto. Por eso, será necesario preparar un equipo de personas a cargo de un director que coordinará el trabajo de los investigadores. El equipo trabajará teniendo en cuenta siempre a la vista la finalidad de la investigación y debe disponer del material necesario para efectuar la encuesta, esto es, un cuestionario definido, hojas, lápices, medios de transporte, etc..

Se debe también planear los sitios en los que se almacenará la información de manera que esta se encuentre ordenada y permita un proceso posterior rápido y ágil.

Desde el punto de vista metodológico, para obtener resultados satisfactorios se deben seguir ciertos pasos. Dentro de estos están:

a) Validación de las encuestas.- En este punto se eliminan aquellas que evidentemente resultan erróneas, o se eliminan respuestas que obviamente no son reales.

b) Procesamiento inicial.- En este punto se enmarcan las características fundamentales de la muestra obtenida. Este contacto permite obtener una primera intuición sintética del conjunto estudiado y se realiza a través de la observación directa del conjunto de encuestas obtenidas.

c) Procesamiento de datos.- Se definen los procesos mediante los cuales se pueda sacar el máximo provecho a la información.

d) Obtención de resultados.- Se realizan los procesos y se obtienen índices y parámetros deseados, en base al estudio estadístico de los resultados (métodos gráficos: representación numérica, etc.).

e) Interpretación de la encuesta.- Paso final en el que se deberán aplicar los criterios de ingeniería para orientar los resultados obtenidos.

CUADRO No.3.1
DISTRIBUCION DE LOS PEQUEÑOS COMERCIANTES POR
TIPO DE ESTABLECIMIENTO Y CONSUMO PROMEDIO

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	DISTRIBUCION (%)	CONSUMO PROMEDIO kWh/mes
TIENDAS DE ABARROTES	41,19	172
ALMACENES Y NEGOCIOS VARIOS	20,91	186
RESTAURANTES Y HOTELES	11,66	196
SERVICIOS VARIOS	13,36	161
OTROS	12,88	1084

REFERENCIA (20)(1)

CUADRO No.3.2
 UTILIZACION DEL LOCAL POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO
 Pequeños Comerciantes-Quito (%)

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	SOLO COMERCIO	COMERCIO Y VIVIENDA
TIENDAS DE ABARROTES	29,28	70,72
ALMACENES Y NEGOCIOS VARIOS	74,78	25,22
RESTAURANTES Y HOTELES	89,41	10,59
SERVICIOS VARIOS	80,28	19,72
OTROS	64,39	35,61

REFERENCIA (20)(1)

CUADRO No.3.3
DISTRIBUCION DE LOS PEQUEÑOS COMERCIANTES POR
TIPO DE ESTABLECIMIENTO Y FRACCION DE CONSUMO

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	DISTRIBUCION (%)	FRACCION DE CONSUMO EN (%) DEL TOTAL DE CONSUMO
TIENDAS DE ABARROTES	41,19	24,12
ALMACENES Y NEGOCIOS VARIOS	20,91	13,24
RESTAURANTES Y HOTELES	11,66	7,78
SERVICIOS VARIOS	13,36	7,32
OTROS	12,88	47,53

REFERENCIA (20)(1)

CAPITULO CUARTO

ABONADOS DE TIPO INDUSTRIAL DISTRIBUIDO DE LA E.E.Q.S.A.

INTRODUCCION.-

El alcance del estudio que se lleva a cabo, incluye únicamente a los abonados industriales en los que no se realiza una medición de demanda máxima. Debido a la heterogeneidad de la actividad industrial, no se ha podido definir una estratificación de la población de este tipo. Para el efecto hacen falta conocer características comunes sobre las cuales se pueda definir, a partir de una división de la estratificación más conveniente con miras a obtener los parámetros de carga para este tipo de abonados. En la referencia (1) se sugiere dividir a la población industrial distribuida en los siguientes sectores:

- Sector Alimenticio
- Sector de cuero y calzado, Materiales de la construcción y Qímico Plástico.
- Sector Téxtil y Gráfico
- Sectores Metalmecánico y Maderero

Esta división de la población industrial se ha realizado en base a la ubicación de las industrias en los sectores de producción de acuerdo con la "Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIU" y reclasificando algunos sectores junto a otros considerando tanto la actividad existente entre ellas y la incidencia esperada

de cada uno.

Sobre esta base, concierne a este trabajo definir un procedimiento mediante el cual se determinen algunas características de los abonados en cada división propuesta, así como hallar los porcentajes de cada subdivisión con respecto al total y comprobar si la división de la población propuesta es o no la más conveniente para realizar una estratificación con miras a efectuar un proceso similar a los abonados de tipo residencial para la obtención de parámetros de demanda.

4.1 ESTRATIFICACION DE ABONADOS INDUSTRIALES DISTRIBUIDOS DE LA E.E.Q.S.A..-

En este punto se analizan las posibles formas que se han pensado pueden permitir estratificar a los pequeños industriales.

Como se ha mencionado anteriormente, existen diversas formas, dentro de los industriales, de utilizar la energía eléctrica, la maquinaria eléctrica presenta diversas cargas, como por ejemplo motores, en su potencia nominal en rangos amplios. La utilización del equipo eléctrico en una industria combina distintos tipos de máquinas cuyas potencias nominales dependen del producto de la industria y de la forma de elaborarlo. Por otra parte, dentro de los abonados industriales pequeños existen muchos que combinan la actividad industrial con la comercial e incluso con la residencial. Por lo tanto, como es de esperarse, los comportamientos de este tipo de abonados son muy diversos y se podría decir, son tantos como las actividades humanas.

Para poder realizar una división de los pequeños industriales se requiere determinar algunas características que permitan obtener grupos que presenten comportamientos algo más similares, la tarea es difícil puesto que no hay una base desde la cual empezar el trabajo, es decir se conoce poco acerca de los pequeños industriales. Quizá el único estudio al respecto es la referencia No. 26 (Incidencia de los precios de la energía Eléctrica en los costos de producción de los pequeños industriales). En dicha referencia se hace una división de esta clase en Artesanos y Pequeños Industriales propiamente dichos.

En el estudio presentado, se definen características distintas tanto de consumo de energía como en la forma de utilizar la energía eléctrica. Por ejemplo en los artesanos se encuentra un alto porcentaje de industrias que a la vez son residencias, ello se evidencia además en el tipo de tarifa eléctrica que presentan. En las artesanías se encuentran en mayor porcentaje tarifas de tipo comercial y residencial. En los cuadros 4.1. y 4.2. se presenta un resumen de lo mencionado anteriormente.

En cuanto se refiere a los consumos promedio de la energía mensual, la misma referencia indica los valores para los distintos tipos de artesanías de pequeños industrias. Esta información se presenta en los cuadros 4.3. y 4.4. En el cuadro 4.5 se presenta la distribución de los pequeños industriales por nivel de consumo. Todos estos cuadros han sido tomados de las referencias (26) y (27) y a pesar de que son datos no actualizados (1983) y por ello no muy confiables, se pueden tomar como una información orientativa para

encausar la investigación que se lleva a cabo.

Del análisis de los cuadros 4.1. al 4.6 se pueden concluir algunas afirmaciones, las mismas que se refieren únicamente al comportamiento general de estos abonados, no se pretende tomar como verdaderos o reales los datos de porcentajes o valores de consumo de energía. Sin embargo se puede afirmar:

a) Un alto porcentaje de abonados de tipo artesanal, presenta un consumo de tipo residencial. Se espera por tanto que la característica de uso de la energía sea o tienda a ser residencial en la mayoría de los casos para este tipo de abonados.

b) Los consumos presentados por los artesanos no excederán los 1000 kWh por mes, y se espera un consumo promedio de alrededor de los 200 kWh/mes.

c) La mayoría de abonados de la pequeña industria presenta, efectivamente tarifas de tipo residencial.

d) El consumo de los pequeños industriales (se espera un consumo promedio de 1500 kWh/mes) supera en mucho al consumo presentado por los artesanos. Esto quiere decir que la influencia que estos tengan en la curva de carga de esta clase de abonados será mayor por parte de los pequeños industriales.

e) Los sectores metalmecánico y textil, presentan según se ve en el cuadro No. 4.6, un mayor número de afiliados. Se debe por tanto determinar la influencia que este tipo de abonados pueda tener en el pico de carga.

f) No se puede establecer con certeza que un pequeño industrial de tal o cual sector consume más o menos que alguno de otro sector. Los datos al respecto parecen no estar de acuerdo a las condiciones reales.

g) No existen datos sobre los horarios de trabajo, típicos de cada industria, los mismos que, si bien pueden guardar algún patrón, son variables. Debido a esto tampoco hay como afirmar nada concreto sobre la hora en la que puede ocurrir la demanda máxima, ni la magnitud que esta pueda alcanzar. No se puede hablar por tanto de parámetros de demanda que definan el comportamiento de este tipo de abonados.

Las afirmaciones anteriores indican el bajo nivel del conocimiento que se tiene de los pequeños industriales. A pesar de esto, se intenta dar un paso adelante en la definición de las características básicas de su consumo.

La primera tarea es tratar de determinar una variable adecuada mediante la cual definir la división de la población más conveniente.

En la E.E.Q.S.A., en las planillas para solicitud de servicio eléctrico a industriales se hace constar la carga instalada que cada abonado posee al momento de solicitar el servicio, pudiendo ser esta una variable con la cual obtener otra posible división de la población. Sin embargo esta información corresponde a registros de muchos años atrás, la cual no ha sido renovada y por tanto de ninguna manera confiable ni representativa.

El camino que parece ser más conveniente es definir la división de la población en base a la ubicación de cada tipo de industria en los sectores de la producción de acuerdo con la "Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIU", es decir con la ya presentada en el cuadro 4.6 y establecida por las Cámaras de Industriales y Pequeños Industriales de la siguiente manera:

- Sector Alimenticio
- Sector Cuero y Calzado
- Sector Gráfico
- Sector Maderero
- Sector Materiales de Construcción
- Sector Metalmecánico
- Sector Químico Plástico
- Sector Textil y afines

En esta división no caen los artesanos, pero muchos de ellos pueden ser incluidos dentro de algún sector. Por esto se cree conveniente adoptar la división propuesta por la CIU, pero modificada agrupando algunos sectores dentro de otros considerando aquellos de menor incidencia y aquellos que puedan presentar características de carga similares, la división propuesta es la siguiente:

- Sector Alimenticio
- Sector Cuero y Calzado, Materiales de Construcción y Químico Plástico
- Sector Textil y Gráfico
- Sector Metalmecánico y Maderero

4.2 CONCLUSIONES BASICAS DEL PROBLEMA DE LA ESTRATIFICACION.-

En el punto anterior se ha propuesto una división de la población, para en un futuro determinar la estratificación definitiva de esta clase de abonados. Del análisis anterior puede concluirse que hacen falta conocer muchas otras características como: horarios de trabajo, carga instalada y otras.

Solamente a partir del conocimiento de propiedades de uso de cada subdivisión propuesta, se podrá definir el tamaño y el número de estratos necesarios para obtener resultados confiables, todo esto con el factor limitante que es el económico.

Los registros de carga se deberán tomar en los abonados de tipo industrial, se pueden tomar de forma similar a lo descrito para los abonados residenciales. En este caso resulta ser que para los abonados industriales, el tamaño del universo es menor, pero en cambio la variabilidad de comportamientos es mayor. Se pueden pensar algunas alternativas con miras a definir la estratificación, pero es preciso antes de ello conocer algo más de los abonados a través, por ejemplo, de encuestas cuyo diseño este orientado para el propósito.

4.3 PARAMETROS DESEABLES PARA EL ABONADO TIPO INDUSTRIAL.-

En este punto se pretende definir los parámetros que sean útiles en la consecución de guías sobre las cuales enrumbar una investigación posterior.

La división propuesta en el punto anterior se basa en el producto

final elaborado por la industria, es decir, en el destino final o la manera en la cual la energía se utiliza. En esta primera etapa del estudio no se podrán obtener datos como factores de coincidencia o de carga, tampoco se establecerán los valores de máxima demanda. Los parámetros a obtener, se definirán a partir del resultado de las encuestas preliminares, las mismas que son necesarias como un punto de partida en la estratificación.

En este contexto se pretende determinar:

- a) Horarios de trabajo típicos de cada tipo de industria
- b) Carga instalada y potencia nominal de los aparatos utilizados.
- c) Área de los locales industriales, porcentajes de utilización del área.
- d) Porcentajes de población que pertenecen a cada una de las divisiones propuestas.
- e) Relaciones entre consumo mensual de energía y la carga instalada en cada subdivisión.

4.4 ENCUESTAS TIPO COMO ELEMENTO DE PARTIDA PARA LA INVESTIGACION DEL ABONADO INDUSTRIAL.-

En la EERSA existen los registros de los nombres e incluso de la carga instalada de todo el sector industrial. Probablemente un análisis de esta información junto con los registros de energía mensual, puedan proveer de datos interesantes en la definición de la estratificación existente, sin embargo es posible que la información sea obsoleta y no refleje las condiciones actuales de la pequeña industria, debido a que los datos existentes han sido tomados hace mucho tiempo. Por esto se recomienda realizar

encuestas, sino a todos, por lo menos a varios abonados de tipo industrial distribuido (aquellos que no poseen medición de máximas demandas) con los objetivos mencionados en el punto 4.3.

Las encuestas tienen por objeto principal hallar la variable o la característica más convenientes para realizar la estratificación y comprobar o no la división de la población propuesta es o no la mejor.

DISEÑO DE LA ENCUESTA.-

En el Anexo No.3 se presenta el diseño preliminar de la encuesta a realizar. Se ha tratado de que este sea muy concreto y simple y que la encuesta se pueda contestar fácilmente. El cuestionario que se presenta no es definitivo, es decir se recomienda realizar encuestas de prueba antes de diseñar la encuesta definitiva.

DE LOS ENCUESTADORES.-

Al igual que para el abonado de tipo residencial, es importante que la persona encuestadora posea un conocimiento cabal del objetivo de la investigación y de ser posible sea estudiante de Ingeniería Eléctrica.

Es también deseable que se dicten conferencias a las personas encargadas de realizar las encuestas con el propósito de informarles sobre los objetivos de la investigación y para entrenarles en la tarea que se les confiará.

PROCESAMIENTO SUGERIDO.-

De este aspecto se ha hablado ya en los capítulos II y III. Lógicamente el procesamiento tendrá diferencias para este tipo de abonados, sobretodo en lo que se refiere al diseño mismo de la encuesta. Sin embargo, se pueden crear bases de datos como las presentadas en el programa de aplicación anexo (ver Apéndice), mediante las cuales se facilite el trabajo de procesamiento de datos.

Como se ha mencionado anteriormente en los capítulos precedentes, se pueden seguir los siguientes pasos en el procesamiento de las encuestas:

- a) Revisión visual de las encuestas.
- b) Validación de las encuestas.
- c) Procesamiento de datos.
- d) Obtención de resultados.
- e) Interpretación de los resultados de las encuestas.

CUADRO No.4.1
UTILIZACION DEL LOCAL DONDE SE ENCUENTRA
EL TALLER ARTESANAL
AREA URBANA DE QUITO.

UTILIZACION DEL LOCAL	PORCENTAJE
SOLO ARTESANIA	37,13
ARTESANIA Y VIVIENDA	58,26
ARTESANIA Y OTROS	4,61

REFERENCIA (27)

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.4.2
DISTRIBUCION DE LOS USUARIOS ARTESANALES Y
PEQUEÑOS INDUSTRIALES POR TIPO DE TARIFA.
AREA URBANA DE QUITO.

TIPO USUARIO\TIPO TARIFA	RESIDENCIAL %	COMERCIAL %	INDUSTRIAL %	OTROS %
ARTESANAL	36,91	45,73	7,76	9,60
PEQUEÑO INDUSTRIAL	2,30	4,70	93,00	18,90 [^]

[^]Tarifa no identificada (Porcentaje con respecto al total).

REFERENCIA (26,27)

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.4.3
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO EN kWh
POR TIPO DE ARTESANIA.

TIPO DE ARTESANIA	CONSUMO PROMEDIO MENSUAL kWh
SASTRERIAS	126
CARPINTERIAS	183
ZAPATERIAS	88
PANADERIAS	607
CERRAJERIAS	158
OTRAS	319
TODOS	173

REFERENCIA (27) ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.4.4
CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA ELECTRICA
DE LOS PEQUEÑOS INDUSTRIALES SEGUN
RAMA O ACTIVIDAD.

SECTOR	CONSUMO kWh/mes
ALIMENTICIO	2640
GRAFICO	720
MADERERO	818
METALMECANICO	1193
QUIMICO PLASTICO	1759
TEXTIL	1705
OTROS	745
TODOS	1416

REFERENCIA (26) ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.4.5
DISTRIBUCION DE LOS PEQUEÑOS INDUSTRIALES
POR NIVEL DE CONSUMO.

NIVEL DE CONSUMO kWh/mes	CONSUMO PROMEDIO kWh/mes	USUARIOS	
		%	% ACUMULADO
0-100	68,5	4,6	4,6
101-200	154,3	9,1	13,7
201-500	338,9	18,2	31,9
501-1000	723,7	22,7	54,6
1001-1500	1207,8	22,7	77,3
1501-2500	2016,8	11,4	88,7
2501-5000	3208,0	6,8	95,5
5001-10000	9655,5	4,6	100,0

REFERENCIA (26)

ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No.4.6

DISTRIBUCION DE AFILIADOS A LA
PEQUEÑA INDUSTRIA EN QUITO

SECTOR	NUM.AFILIADOS	PORCENTAJE %
ALIMENTICIO	209	13.10%
MADERERO	219	13.73%
CUERO-CALZADO	39	2.45%
GRAFICO	120	7.52%
METALMECANICO	341	21.38%
QUIM.PLASTICO	212	13.29%
MAT.CONSTRUC.	85	5.33%
TEXTIL	370	23.20%
TOTAL	1595	100.00%

FUENTE: "DIRECTORIO NACIONAL FENAPI", 1989
ELABORADO POR: S.C.

CUADRO No. 4.7
DISTRIBUCION DE AFILIADOS A LA
PEQUEÑA INDUSTRIA EN QUITO

SECTOR	NUM.AFILIADOS	PORCENTAJE %
ALIMENTICIO	209	13.10%
MADERERO	219	13.73%
CUERO-CALZADO	39	2.45%
GRAFICO	120	7.52%
METALMECANICO	341	21.38%
QUIM.PLASTICO	212	13.29%
MAT.CONSTRUC.	85	5.33%
TEXTIL-	370	23.20%
TOTAL	1595	100.00%

FUENTE: "DIRECTORIO NACIONAL FENAPI" 1989
ELABORADO POR: S.C.

CAPITULO QUINTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo se ha realizado en respuesta a la necesidad de empezar a conocer las características de carga del medio en el cual opera el sistema eléctrico distribuido de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.

Los parámetros de carga, debido a la gran importancia que tienen en el diseño, planificación e incluso operación de sistemas de distribución, son motivo de constante investigación en países en los que la Ingeniería de Distribución ha alcanzado niveles altos, por esta razón se acostumbra realizar investigaciones de carga continuas de modo que los valores obtenidos para los parámetros de carga se mantengan siempre actualizados y reflejen las costumbres eléctricas del medio del cual se obtuvieron. De esta manera los componentes de las redes de distribución se mantienen dentro de límites de diseño y operación reales, consiguiéndose el mayor provecho de los mismos y alargando al máximo su vida útil. Por tanto, es necesario repetir las investigaciones de carga cada cierto intervalo de tiempo (3 años) para mantener los valores de los parámetros de carga actualizados, obteniéndose las ventajas técnicas y económicas de las que se ha hablado.

La metodología a seguir para llevar a feliz término una investigación de carga comienza en el planteo y definición de los

objetivos de esta, luego se deben analizar los medios más adecuados que permitan desarrollar la investigación dentro de límites técnicos y económicos óptimos. Debido a que las investigaciones de carga involucran a un número de individuos (abonados) alto, el recurso que se utiliza para disminuir los costo y la cantidad de información a manejar es el muestreo.

En el caso de los abonados de tipo residencial, en base a esta estratificación y a un análisis detallado de los usos de los parámetros de carga se han definido aquellos que necesariamente tienen que ser medidos o derivados directamente de los registros de campo o del proceso computacional.

Esta definición condujo a elaborar el planeamiento de las mediciones de campo y el procesamiento de datos tomando en cuenta las recomendaciones consultadas en la bibliografía existente.

Un parámetro que mereció un estudio adicional fue el Intervalo de Demanda de cuyo valor depende el parámetro Demanda. Ese valor es fijo para una carga de tipo residencial en 30 minutos, analizando la duración de dicha carga y las constantes térmicas de los aparatos. Sin embargo, el valor del Intervalo de Demanda pudiera ser otro, pero dentro de límites en los que, por el lado inferior no se registren cargas instantáneas las mismas que desde el punto de vista de los aparatos de distribución (cables, transformadores, etc.) no merezcan tomarse en cuenta y, por el lado superior se perjudique a estos aparatos al eliminar, al realizar el promedio de la carga, picos que pudieran afectar su aislamiento y tiempo de vida útil.

En el planeamiento de las mediciones para abonados tipo residencial, presentado en el punto 2.3.2, se ha tratado de incluir detalles que corresponden únicamente a la exposición de los criterios técnicos y experimentales reportados en la bibliografía. No se ha pretendido exponer un calendario estricto, debido a que en el planeamiento definitivo que deberá realizarse en lo posterior, se incluirán detalles de tipo económico y de requerimiento de personal, los mismos que por el momento no están claramente definidos. La investigación ha servido para dejar sentadas las guías sobre las cuales se deberá conducir el trabajo de campo y el procesamiento de la información.

Se ha determinado que el periodo de medición será de 21 días, es decir 3 semanas de lectura y almacenamiento de datos en los registradores de demanda para cada estrato. En dicho periodo para cada estrato se tomarán las demandas promediadas cada 15 minutos, es decir, la curva de carga, para cada abonado tomado como muestra, de 21 días. De esto registros se obtendrán los siguientes parámetros:

- Curva de carga diaria típica individual por estrato, para un día de semana y para un día de fin de semana.
- Demanda máxima, energía y factor de carga individuales para cada abonado de una muestra.
- Curva de carga diaria típica por estrato, que muestre la demanda diversificada para un día promedio semanal, para un día de fin de semana y, para el día en el cual ocurre la máxima demanda del grupo de muestra.

- Factor de carga, máximo, mínimo y medio .
- Factor de coincidencia por estrato.
- Relaciones energía Vs Demanda máxima para cada estrato.

Las mediciones de campo, para que tengan aplicación, deben ser completadas con la realización de encuestas, para al concatenar los resultados, convenientemente validados de estas, se determinen en el procesamiento de datos los siguientes parámetros:

- Carga instalada en un abonado muestra típica por estrato,
- Relaciones entre área de la vivienda Vs Demanda máxima,
- Relaciones entre área de la vivienda y consumo mensual de energía,
- Factor de saturación de equipos por estrato.

El periodo de mediciones interestratos, que corresponde a la última semana de noviembre y las primeras de diciembre, tendrá como objeto principal, a más del de aportar nuevos datos a las curvas de energía Vs. demanda, el obtener los Factores de Coincidencia Interestrato, sólo de esta forma se podrá inferir a partir de demandas de grupos de abonados de un mismo tipo el comportamiento del sistema de distribución residencial.

El planeamiento de lo que será la investigación de carga de la E.E.Q.S.A. y que en este trabajo se ha definido preliminarmente, deberá tener el objetivo de minimizar los requerimientos económicos y de personal, así como los de tiempo de computación y número de equipo a utilizar.

El procesamiento de la información, a pesar de no ser complicado, requiere la aplicación exacta de los conceptos mediante los cuales se definen a cada parámetro, en este trabajo se ha definido con claridad dicho proceso tratando de no crear muchos detalles en lo que se refiere a programación, puesto que eso no es lo importante en esta etapa previa. En síntesis, lo que se ha realizado es algo más que un algoritmo en el cual se delinear los pasos a seguir para un adecuado proceso de la información obtenida. Se ha ejecutado también un ejemplo de programación que puede tomarse únicamente como referencia para elaborar con asesoramiento profesional una serie de programas mediante los cuales se pueda optimizar los tiempos y equipos de computación requeridos.

En el caso de los abonados tipo comercial e industrial, de la investigación realizada sobre sus características de uso de energía, se concluyó que el objeto principal previo a realizar la investigación de carga en si misma es el conocer con mayor amplitud, a través de encuestas, sus costumbres y equipos eléctricos, de modo de poder definir la estratificación más adecuada en base a la obtención de una característica válida, la misma que por el momento no está definida. La proposición de una división de la población constituye el primer paso hacia la estratificación.

En el estudio preliminar propuesto se deberá comprobar si la división de la población sugerida es o no la más conveniente para realizar la estratificación, se deberán obtener índices y porcentajes de cada subdivisión.

Los parámetros de carga requeridos para estos tipos de abonados no se han definido con claridad, sino sólo de manera general, debido a la poca información disponible y puesto que existen varios métodos de estimación de la demanda los mismos que presentan diferentes grados de exactitud creando diferentes criterios a cerca de su utilización.

Los transformadores de distribución, los cables utilizados en la red, las protecciones eléctricas y en general los equipos eléctricos necesitan ser diseñados y escogidos de acuerdo a las características de la carga a la cual sirven. El desconocimiento de estas características producen diseños de redes inadecuadas, lo cual representa un costo alto a las empresas encargadas del suministro de energía. La sobre o subutilización de los transformadores de distribución son problemas que a las empresas eléctricas causan grandes egresos económicos, por lo que, una investigación de carga debe realizarse de forma inmediata, pues mientras más se demore la investigación mayores serán las pérdidas económicas que se produzcan por un desconocimiento de las características de la carga.

REFERENCIAS

- (1) Solórzano, I., "Técnica y Aplicación de Muestreo Para Investigación de Carga". Tesis E.P.N., Quito, 1989.
- (2) Sarikae, R.H. y Thacker, H.B., "Distribution System Load Characteristics and Their Use in Planning and Design", A.I.E.E. Transactions, Agosto 1957.
- (3) Association of Edison Illuminating Companies, "Manual of Procedure For Load Surveys" 2da. ed., New York, 1961.
- (4) Orejuela, V., "Distribución I-Apuntes de Clase". E.P.N., Quito, 1985.
- (5) Orejuela, V., "Microinformática Aplicada en la Estimación de la Demanda de Abonados Residenciales", V Seminario Nacional De Distribución De Energía Eléctrica, Cuenca, 1986.
- (6) Westinghouse Electric Corporation, "Distribution Systems Electric Utility Engineering Reference Book", U.S.A., 1959.
- (7) Calvo, G., "Comparación de Métodos Estimativos de Demanda en base a Mediciones de Campo", II Seminario Nacional De Distribución e Energía Eléctrica, Guayaquil, 1982.
- (8) Stanley, J.V., "Estimating Kw Demand For Future Loads on Rural Distribution Systems", A.I.E.E. Transactions, Agosto, 1957.
- (9) Palacios, G. y Jaramillo, F., "Demanda de Potencia Eléctrica para Instalaciones Residenciales", VII Seminario Nacional De

Distribución De Energía Eléctrica, Riobamba, 1988.

(10) Jaramillo, F. y Burbano, J., "Determinación de Factores de Demanda para Instalaciones Industriales", VII Seminario Nacional De Distribución De Energía Eléctrica, Riobamba, 1988.

(11) Westinghouse Electric Corporation, "Transmission and Distribution Reference Book", U.S.A., 1959.

(12) ANSI, NORMAS, Series C-57.91-92-95-96-99, 1973.

(13) Weedy, B.M., "Electric Power Systems", England, 1967.

(14) Church, "Temperatures on Power Electric Cable under Variable Load", A.I.E.E. Transactions, Vol. 50, Septiembre, 1931.

(15) Kolks, R.H., "A Mathematical Method for Determining Insulation Damage Curves for Network Cables", A.I.E.E. Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 74, Octubre, 1955.

(16) Porter, L.F., "Time-Current Damage Characteristics, Cable in Duct", A.I.E.E. Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 74, Octubre, 1955.

(17) Lincoln, P.M. y Sprole, "Demand Meters Time Periods", A.I.E.E. Transactions, Vol. 58, 1939.

(18) Lincoln, P.M., "Measurement of Maximum Demand", A.I.E.E. Transactions, Vol. 61, 1942.

(19) Poveda, M., "Requerimientos y alcance para investigación de carga", IX Jornadas en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, E.P.N., Junio, 1988.

- (20) INECEL-EPN, "Incidencia del Gasto en Energía Eléctrica en los Costos de Operación de los Pequeños Comerciantes", Quito, 1983.
- (21) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, "Energy And Electricity Demand Forecasting For Nuclear Power Planning In Developing Countries", Austria, Julio 1988.
- (22) Vinueza, F., "Determinación de la Demanda Máxima de Transformadores de Distribución a partir de Energía Facturada", VII Seminario Nacional de Distribución de Energía Eléctrica, Riobamba, 1988.
- (23) Gangel, M.W. y Propst, R.F., "Distribution Transformer Load Characteristics", I.E.E.E. T-PAS., Agosto 1965.
- (24) Molina, F., "Administración de Carga en Transformadores de Distribución", Tesis, E.P.N., Marzo, 1983.
- (25) FONAPRE-EMPRESA ELECTRICA "QUITO" S.A.-EPN, "Determinación de Parámetros de Demanda, Investigación de Carga Residencial, Definición de Términos de Referencia", Quito, Diciembre, 1987.
- (26) INECEL-EPN, "Incidencia de los Precios de la Energía Eléctrica en los Costos de Producción de los Pequeños Industriales", Quito, 1983.
- (27) INECEL-EPN, "Incidencia del Gasto en Energía Eléctrica en los Costos de Producción de los Artesanos de la Sierra y el Oriente", Quito, 1983.
- (28) James, Smith, "Applied Numerical Methods With Fortran And CSP",

U.S.A., 1976.

(29) Chang, N.E., "Determination And Evaluation of Distribution Transformer Losses of The Electric System Through Transformer Load Monitoring", I.E.E.E. T-PAS, Vol.PAS.-89, Agosto, 1970.

ANEXO No.1

ENCUESTA TIPO PARA ABONADOS RESIDENCIALES.

Número de encuesta: _____

Código: _____

ENCUESTA A USUARIOS RESIDENCIALES DE ENERGIA ELECTRICA

Nombre del abonado _____

Nombre del entrevistado _____

Número del medidor _____

Número de ruta _____

Dirección _____

GRUPO 1: CARGA INSTALADA, PRINCIPALES ARTEFACTOS QUE SE UTILIZAN.-

A) Indicar el número de aparatos que posee y anotarlos en el recuadro.

APARATO	NUMERO
1. Focos	[]
2. Radio	[]
3. Equipo de sonido	[]
4. T.V. blanco y negro	[]
5. T.V. a colores	[]

- | | |
|-----------------------|-----|
| 6. Plancha | [] |
| 7. Refrigeradora | [] |
| 8. Ducha eléctrica | [] |
| 9. Calentador de agua | [] |
| 10. Licuadora | [] |
| 11. Lavadora | [] |
| 12. Cocina | [] |
| 13. Secadora de ropa | [] |
| 14. Bomba de agua | [] |
| 15. Secadora de pelo | [] |
| 16. Reverbero | [] |
| 17. Aspiradora | [] |
| 18. Enceradora | [] |
| 19. Máquina de coser | [] |
| 20. Sartén eléctrico | [] |
| 21. Cautín | [] |
| 22. Otro _____ | [] |
| 23. Otro _____ | [] |

B) Qué artefactos de los que se nombra a continuación trata Ud. de que se mantengan apagados con la finalidad de ahorrar energía:

- | | Si | No |
|-----------------------|-----|-----|
| 1. Calentador de agua | [] | [] |
| 2. Televisión | [] | [] |
| 3. Ducha eléctrica | [] | [] |
| 4. Cocina eléctrica | [] | [] |

5. Plancha
6. Focos

C) Qué artefactos eléctricos son los que más se utilizan en su hogar, enumere 5 de ellos:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

GRUPO 2: AREA DE LA VIVIENDA Y DISTRIBUCION FISICA DE LA MISMA.-

Ponga una cruz en donde corresponda.

A) El frente de su residencia tiene:

1. 35 metros
2. 25 metros
3. 16 metros
4. 14 metros
5. 10 metros
6. 8 metros
7. 6 metros
8. menos de 6 metros
9. Otro _____ (indique el número de metros)

B) Indique aproximadamente cuántos metros de fondo tiene el terreno en el cual está ubicado su domicilio: _____
metros.

C) En el terreno en el cual está su domicilio, existen, además de su medidor de energía eléctrica:

1. Un medidor adicional []
2. Dos medidores adicionales []
3. Tres medidores adicionales []
4. Cuatro medidores adicionales []
5. Más de cuatro medidores adicionales []
6. No existen medidores adicionales []

D) El área del terreno en el cual está ubicado su domicilio tiene:

1. Más de 1500 metros cuadrados []
2. Entre 800 y 1500 metros cuadrados []
3. Entre 450 y 799 metros cuadrados []
4. Entre 300 y 449 metros cuadrados []
5. Entre 180 y 299 metros cuadrados []
6. Entre 150 y 179 metros cuadrados []
7. Menos de 150 metros cuadrados []

E) De esta área, indique el porcentaje de terreno en el cual se ha construido (no tomar en cuenta espacios abiertos).

1. 100 % []

2. 90 %
3. 80 %
4. 70 %
5. 60 %
6. 40 %
7. Menos del 40 %

F) Ponga en el recuadro, el número de cuartos que se utilizan para:

- | | NUMERO |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. Cocina | <input type="checkbox"/> |
| 2. Baño | <input type="checkbox"/> |
| 3. Dormitorio | <input type="checkbox"/> |
| 4. Sala | <input type="checkbox"/> |
| 5. Estudio | <input type="checkbox"/> |
| 6. Otro _____ (indique el nombre) | <input type="checkbox"/> |

G) El área total de construcción correspondiente a su domicilio es: _____ metros cuadrados.

GRUPO 3: PREGUNTAS COMPLEMENTARIAS.- (Pueden intercalarse con las otras)

A) El servicio eléctrico prestado por la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. le parece:

1. Satisfactorio

2. Regular []
3. Deficiente []
4. Debe mejorar []

B) En qué recomienda a la empresa que mejore:

C) En su barrio, cuales son los problemas más frecuentes que tengan causas eléctricas, enumere dos:

1. _____
2. _____

ENCUESTADOR: _____

CODIFICADOR: _____

SUPERVISOR: _____

HOJA DE CODIFICACION DE ENCUESTAS

ABONADOS DE TIPO RESIDENCIAL

Código: -----> []

Número del medidor: -----> []

GRUPO 1: CARGA INSTALADA.

A.1. Focos -----> []

A.2. Radio -----> []

A.3. Equipo de sonido -----> []

A.4. T.V. blanco y negro -----> []

A.5. T.V. a colores -----> []

A.6. Plancha -----> []

A.7. Refrigeradora -----> []

A.8. Ducha eléctrica -----> []

A.9. Calentador de agua -----> []

A.10. Licuadora -----> []

A.11. Lavadora -----> []

A.12. Cocina -----> []

A.13. Secadora de ropa -----> []

A.14. Bomba de agua -----> []

A.15. Secadora de pelo -----> []

A.16. Reverbero -----> []

A.17. Aspiradora -----> []

A.18. Enceradora -----> []

- A.19. Máquina de coser -----> []]
- A.20. Sartén Eléctrico -----> []]
- A.21. Cautín -----> []]
- A.22. Nombre del nuevo artefacto -----> []]
- A.23. Nombre del nuevo artefacto -----> []]

GRUPO 2: AREA DE LA VIVIENDA Y DISTRIBUCION FISICA DE LA MISMA.-

Coloque una X en el lugar marcado en la encuesta, y en caso de que exista un nuevo dato, ingresarlo en el casillero correspondiente:

- A.1. 35 metros -----> []]
- A.2. 25 metros -----> []]
- A.3. 16 metros -----> []]
- A.4. 14 metros -----> []]
- A.5. 10 metros -----> []]
- A.6. 8 metros -----> []]
- A.7. 6 metros -----> []]
- A.8. Menos de 6 metros -> []]
- A.9. Otro --> []] -----> []]

B) Ingrese el valor de metros de fondo -----> []]

Coloque una X en el casillero de acuerdo con lo señalado en la encuesta:

- C.1. Un medidor adicional -----> []]
- C.2. Dos medidores adicionales -----> []]

- C.3. Tres medidores adicionales -----> []]
- C.4. Cuatro medidores adicionales -----> []]
- C.5. Más de cuatro medidores -----> []]
- C.6. No existen medidores adición. ----> []]

Coloque una X en el casillero de acuerdo con lo señalado en la encuesta:

- D.1. Más de 1500 metros cuadrados -----> []]
- D.2. Entre 800 y 1500 -----> []]
- D.3. Entre 450 y 799 -----> []]
- D.4. Entre 300 y 449 -----> []]
- D.5. Entre 180 y 299 -----> []]
- D.6. Entre 150 y 179 -----> []]
- D.7. Menos de 150 -----> []]

Coloque una X en el casillero de acuerdo con lo señalado en la encuesta:

- E.1. 100 % ---> []]
- E.2. 90 % ----> []]
- E.3. 80 % ----> []]
- E.4. 70 % ----> []]
- E.5. 60 % ----> []]
- E.6. 40 % ----> []]
- E.7. < 40 % --> []]

Coloque en el cuadro el área total de construcción de acuerdo con lo que se pregunta en el literal G)

G) Área total de construcción -----> []

ANEXO No.2

ENCUESTA TIPO

ABONADO DE TIPO COMERCIAL

I. DATOS GENERALES.-

- 1) Nombre o razón social del propietario.....
- 2) Actividad comercial del establecimiento.....
- 3) Persona encuestada.....
- 4) Dirección.....
- 5) Número del medidor.....
- 6) Teléfono.....
- 7) Número de empleados en el negocio.....

II. TIPO DE TARIFA.-

- 1)Residencial (R1-R2) ()
- 2)Comercial (C1-C2) ()
- 3)Industrial (I1-I2) ()
- 4)Otra ()

III. USO DEL MEDIDOR.-

- 1) Exclusivamente Comercio
- 2) Comercio y vivienda
- 3) Otro.....

IV. HORARIO DE TRABAJO.-

- a) El establecimiento permanece abierto:

- 1) 8 horas diarias
- 2) 10 horas diarias
- 3) Otro (indicar el número de horas)

b) El establecimiento comienza a trabajar a las:

- 1) 08h00
- 2) 08h30
- 3) 09h00
- 4) 09h30
- 5) Otra, indicar la hora.

V. TIPO DE ESTABLECIMIENTO.-

De acuerdo al tipo de establecimiento que posea, clasifíquese dentro de uno de los siguientes grupos, marcando una X en el casillero.

GRUPO No.1 (Uso de la energía principalmente en iluminación)

- | | |
|--|-------|
| 1) Tiendas de abarrotes | _____ |
| 2) Librerías | _____ |
| 3) Papelerías | _____ |
| 4) Agencias de viaje | _____ |
| 5) Almacenes de calzado | _____ |
| 6) Almacenes de venta de repuestos | _____ |
| 7) Ferreterías | _____ |
| 8) Almacenes de artesanías,
muebles y/o artículos del hogar | _____ |
| 9) Boticas | _____ |

- 10) Almacenes de venta de ropa en general _____
- 11) Almacenes de venta de discos _____
- 12) Licorerías _____
- 13) Florerías _____
- 14) Oficinas en general _____

GRUPO No.2 (Uso de la energía en iluminación y artefactos
varios)

- 1) Peluquerías y Salones de belleza _____
- 2) Estudios fotográficos _____
- 3) Servicios médicos y odontológicos,
clínicas _____
- 4) Relojerías _____
- 5) Tapicerías _____
- 6) Vulcanizadoras, lavado y lubricación
de vehículos _____
- 7) Talleres de reparación eléctricas _____
- 8) Frigoríficos _____
- 9) Mecánicas en general _____

GRUPO No.3 (Uso de la energía en otras actividades)

- 1) Bares _____
- 2) Salones de comida _____
- 3) Restaurantes _____
- 4) Cafeterías _____
- 5) Pensiones _____
- 6) Residencias _____
- 7) Hoteles _____

8) Discotecas _____

VI. CARGA INSTALADA

a) Escogiendo el grupo en el cual se incluye su negocio, marque con una X los artefactos que posea, e indique además el número de estos:

GRUPO No.1

	Marque X	Número
1) Foco incandescente	_____	_____
2) Lámpara fluorescente	_____	_____
3) Cafetera	_____	_____
4) Cocina pequeña	_____	_____
5) Calefactor	_____	_____
6) Radio	_____	_____
7) Televisión	_____	_____
8) Equipo de sonido	_____	_____
9) Lámpara reflectora	_____	_____
10) Computadora	_____	_____
11) Calculadora	_____	_____
12) Refrigeradora	_____	_____
13) Otro (1).....	_____	_____
14) Otro (2).....	_____	_____

GRUPO No.2

	Marque X	Número
1) Focos incandescentes	_____	_____
2) Lámparas fluorescentes	_____	_____

- | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|
| 3) Cafetera | _____ | _____ |
| 4) Lámpara reflectora | _____ | _____ |
| 5) Refrigerífico | _____ | _____ |
| 6) Esmeril | _____ | _____ |
| 7) Taladro | _____ | _____ |
| 8) Torno | _____ | _____ |
| 9) Horno | _____ | _____ |
| 10) Rizador de pelo | _____ | _____ |
| 11) Rizador eléctrico | _____ | _____ |
| 12) Cocina eléctrica | _____ | _____ |
| 13) Calentador de agua | _____ | _____ |
| 14) Equipo de aire acondicionado | _____ | _____ |
| 15) Televisión | _____ | _____ |
| 16) Esterilizador de instrumentos | _____ | _____ |
| 17) Compresor | _____ | _____ |
| 18) Sierras | _____ | _____ |
| 19) Radio | _____ | _____ |
| 20) Televisión | _____ | _____ |
| 21) Otro (1) | _____ | _____ |
| 22) Otro (2) | _____ | _____ |
| 23) Otro (3) | _____ | _____ |

GRUPO No.3

- | | | |
|---------------------------------|-------|-------|
| 1) Focos incandescentes | _____ | _____ |
| 2) Lámparas fluorescentes | _____ | _____ |
| 3) Quemador de cocina eléctrica | _____ | _____ |

- | | | |
|------------------------|-------|-------|
| 4) Batidora | _____ | _____ |
| 5) Refrigeradora | _____ | _____ |
| 6) Licuadora | _____ | _____ |
| 7) Enceradora | _____ | _____ |
| 8) Aspiradora | _____ | _____ |
| 9) Equipo de sonido | _____ | _____ |
| 10) Aire acondicionado | _____ | _____ |
| 11) Calefactor | _____ | _____ |
| 12) Ventilador | _____ | _____ |
| 13) Calentador de Agua | _____ | _____ |
| 14) Ducha eléctrica | _____ | _____ |
| 15) Extractor de aire | _____ | _____ |
| 16) Otro (1)..... | _____ | _____ |
| 17) Otro (2)..... | _____ | _____ |
| 18) Otro (3)..... | _____ | _____ |

b) En el siguiente espacio, indique los cinco aparatos que a su criterio más se utilizan en el negocio, apunte también la potencia nominal en vatios de los mismos:

Artefacto	Pn(w)
1).....	_____
2).....	_____
3).....	_____
4).....	_____
5).....	_____

ANEXO No.3

ENCUESTA TIPO PARA PEQUEÑOS INDUSTRIALES Y ARTESANOS

No. de encuesta: _____

Código: _____

1) DATOS GENERALES.-

Nombre del propietario o razón social de la empresa:

Dirección y teléfono:

Nombre del encuestado:

No. de medidor: _____

Tipo de tarifa: Industrial I1 ()

Industrial I2 ()

Otros _____

2) RAMA DE ACTIVIDAD DEL ESTABLECIMIENTO.-

Marque con una X en el casillero correspondiente:

a) Sector alimenticio ()

b) Sector cuero y calzado ()

c) Sector gráfico ()

d) Sector maderero ()

- e) Sector materiales de la construcción ()
- f) Sector metalmecánico ()
- g) Sector químico plástico ()
- h) Sector textil, tejidos, confecciones
y afines ()
- i) Otros ()

Los productos que elabora la industria son:

1) _____ 2) _____ 3) _____

3) DATOS SOBRE LA CARGA INSTALADA.-

Señale en el espacio correspondiente con una X si posee o no el equipo que se detalla a continuación, anote en caso de que posea el aparato su potencia nominal, ya sea en vatios o en HP. En caso de que posea dos o mas aparatos del mismo tipo, anote el número de aparatos y ponga en potencia nominal la suma de las potencias individuales de cada aparato.

GRUPO 1: MOTORES

	Marque X	NUMERO	Potencia nominal
a) Esmeril	()	()	_____
b) Compresor	()	()	_____
c) Bomba de agua	()	()	_____
d) Frigorífico	()	()	_____
e) Molino	()	()	_____
f) Sierra	()	()	_____
g) Cosedora	()	()	_____
h) Transportadora	()	()	_____

i) Otro 1.....	()	_____
j) Otro 2.....	()	_____

GRUPO 2: CARGA RESISTIVA

a) Horno	()	()	_____
b) Calefactor	()	()	_____
c) Cocina	()	()	_____
d) Otro 1.....	()		_____
e) Otro 2.....	()		_____

GRUPO 3: ARTEFACTOS VARIOS

a) Imprenta	()	()	_____
b) Offset	()	()	_____
c) Suelda	()	()	_____
d) Tejedora	()	()	_____
e) Estampadora	()	()	_____
f) Otro 1.....	()		_____
g) Otro 2.....	()		_____

GRUPO 4:

A su criterio, indique cuales son los artefactos o máquinas eléctricas que más se utilizan en su industria, revise su potencia nominal, indique el número de horas que permanece encendida cada máquina:

NOMBRE	NUMERO	POTENCIA DE PLACA	HORAS/DIA USO
1) _____	_____	_____	_____
2) _____	_____	_____	_____
3) _____	_____	_____	_____
4) _____	_____	_____	_____
5) _____	_____	_____	_____

4) DATOS SOBRE HORARIOS DE TRABAJO

En su industria, se trabaja:

- a) 8 horas diarias ()
- b) 10 horas diarias ()
- c) 12 horas diarias ()
- d) 14 horas diarias ()
- e) Otro..... () (indique el número)

La hora de inicio del trabajo es: _____

La hora en que se termina el trabajo es: _____

El trabajo se realiza en:

- a) Una sola jornada ()
- b) Dos jornadas ()

5) PREGUNTAS VARIAS.-

a) A que hora del día se estima están conectadas la mayoría de las máquinas ?.....

b) A que horas del día esta encendida la máquina de mayor potencia de placa ?.....

c) Qué día de la semana es el más atareado ?.....
.....

6) PREGUNTAS SOBRE EL AREA DEL LOCAL DE LA INDUSTRIA Y SU DISTRIBUCION.-

Llene los espacios en blanco:

a) El área total de la industria es metros cuadrados.

b) De esta área el por ciento está destinada a vivienda.

c) El está destinada al sector netamente industrial.

d) El está destinada a sector de ventas.

e) Existe un área del% que está destinada a otras actividades, como por ejemplo:.....
.....

7) OBSERVACIONES:.....
.....
.....
.....

FECHA:.....

HORA:.....

.....
ENCUESTADOR

.....
SUPERVISOR

.....
CODIFICADOR

APENDICE

MANUAL DE USO DEL PROGRAMA DE COMPUTACION

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE COMPUTACION.-

El presente programa, tiene como objetivo principal el delinear un modelo mediante el cual se facilite la tarea del procesamiento de información tanto de los datos de campo como de las encuestas.

El programa, ha sido desarrollado como un aporte al trabajo de tesis, y se debe tomar como una guía para la elaboración de un paquete de programas los mismos que deberán ser elaborados conjuntamente con un profesional de la rama de sistemas, de forma que se optimicen los requerimientos de memoria y los tiempos de uso de computadoras.

Se pretende mediante este programa determinar en forma rápida y confiable, a partir de los datos de campo, los parámetros de carga útiles en el diseño y planificación de sistemas distribuidos.

PRESENTACION DEL PROGRAMA.-

Se presentan en realidad 3 programas separados, el primero PARAM.EXE, calcula los parametros de carga de un estrato determinado que pueden obtenerse directamente de los registros grabados convenientemente en algún dispositivo de memoria como un disco normal o el disco duro de un computador personal, además este primer programa genera algunos archivos que serán utilizados por los otros dos programas. En este programa, que sirve solamente para

simular el procesamiento y, debido a que su objetivo principal es dar un ejemplo del procesamiento de datos, se ingresan por pantalla algunas variables que, cuando se almacenen en los registradores de carga durante las mediciones reales, no será necesario ingresarlas. Este es el caso del intervalo de demanda, el estrato de la población a que pertenecen los abonados, el número de vueltas por kWh y la fecha y hora de inicio de las mediciones.

Debido a que las mediciones de campo se realizarán en distintas fechas para los distintos estratos, se ha previsto crear un segundo programa mediante el cual se procesen los datos con la finalidad de obtener curvas que relacionen el consumo mensual de energía con la demanda máxima, este programa tiene por nombre ENERGIA.EXE, y lee datos previamente creados por el programa PARAM.EXE, y obtiene la mejor aproximación de la curva energía demanda que resulta ser una sola para toda la población. Tanto este programa como el primero están desarrollados en lenguaje QUICK-BASIC.

El tercer programa es el desarrollado para el proceso de las encuestas, este programa desarrollado en FOX, permite crear una base de datos a partir de ingreso de encuestas por pantalla. El programa tiene el nombre MASTER.

PROGRAMA PARAM.EXE.-

ARCHIVO DATOS.DAT.-

Este programa lee de un archivo de datos previamente creado "DATOS.DAT" la información necesaria para su ejecución. El archivo

DATOS.DAT debe ser cargado en el mismo directorio que el programa PARAM.EXE, y debe tener la forma que se indica en la figura A.1. Como se aprecia en dicha figura, el archivo es un gran vector vertical cuyos primeros datos corresponden a información general de entrada para el proceso de un estrato determinado. Aquí hay que decir que aunque en las mediciones reales cada registrador anotará estos datos dentro de su memoria, para el objetivo de este trabajo, se ha considerado necesario leerlos una sola vez, es decir, se han generalizado para todos los abonados "supuestos" estos datos serán los mismos. Estos son: ANIO, MES, DIA, HOR, MIN, INTD y VN y corresponden al año, mes, día, hora, minutos en que empiezan las mediciones, INTD corresponde a un código del intervalo de demanda y, el dato de VN corresponde al número de vueltas por kWh de los aparatos (todos de similar construcción) de registro. Todos estos datos están definidos como variables enteras. Los siguientes datos del archivo corresponden a datos de cada abonado tomado como muestra e integrante del estrato colocados sucesivamente. El primer dato de cada abonado es un código de identificación que está definido como CODIGO\$, es decir una variable de texto que no tiene un valor numérico. Los siguientes datos corresponden al número de vueltas registradas cada intervalo de demanda (15,30 o 60 minutos) por los aparatos registradores. Se considera que a cada abonado elemento de la muestra, le corresponderán como máximo 2016 datos (de acuerdo al intervalo de demanda con el que se esté trabajando), por lo que el programa lee y procesa primeramente los 2016 datos iniciales, luego los 2016 siguientes y así sucesivamente.

INGRESO AL PROGRAMA.

Para ingresar al programa, es necesario disponer de un computador personal de no menos de 640 kbytes de memoria RAM, además es necesario que el programa sea compilado a través del compilador BRUN30.EXE propio del lenguaje Q-BASIC.

Por lo demás el ingreso al programa se efectúa directamente desde el sistema operativo, tecleando la palabra "ingreso", siempre y cuando se haya cargado en el diskdrive A el disco que contiene el programa.

En seguida aparecerá en la pantalla el diagrama de presentación del programa que es una figura como la indicada en la A.2. Después aparecen dos pantallas indicativas, instruyendo al operador acerca del alcance del programa (ver figura A.3). En la segunda de estas pantallas, aparece un menú en el que se espera la respuesta del operador sobre la forma del archivo de datos a utilizar en el programa, es decir, escogiendo el intervalo de demanda se genera el archivo de datos adecuado para que el programa corra sin problemas. A continuación comienza la generación de datos propiamente dicha y se presenta una pantalla en la que se pide al operador ingresar los datos generales del estrato, esto es, ANIO, MES, DIA, HORA, MINUTOS de inicio de las mediciones, número de vueltas por kWh del aparato registrador y número de abonados NM para los que se quiere crear el archivo DATOS.DAT (Ver figura A.4).

Luego de haber ingresado estos datos, se debe esperar un momento para que el programa genere el archivo a ser leído posteriormente.

Inmediatamente después aparecerá una pantalla en la que se pide ingresar al operador el estrato al que pertenecen los registros y otra en la que se pide ingresar el día de la semana en que se empezaron las mediciones (figuras A.5 y A.6).

LECTURA DE DATOS.-

El programa lee el archivo DATOS.DAT tal como este se ha creado, almacena los 8 primeros datos como generales para el proceso, es decir, en las variables ANIO, MES, DIA, HORA, MIN, VN, NM e INTD. El siguiente dato se almacena en el vector CODIGO\$(I) y los subsiguientes, que corresponden a los valores de número de vueltas, en el vector B(J).

Es posible también ingresar al programa, tecleando solamente la palabra PARAM. Mediante este comando se hace correr directamente al programa PARAM.EXE sin haber creado el archivo de datos, por lo que antes de ingresar al programa de esta manera, se debe asegurar que el archivo DATOS.DAT se haya creado con anterioridad. Esta opción permite utilizar archivos creados con fines específicos distintos a los previamente elaborados.

PROCESO DE DATOS.-

A continuación se generan vectores de hora y fecha reales, de forma que cada dato queda identificado totalmente de acuerdo a la hora de inicio y a los minutos de inicio leídos del archivo "DATOS.DAT". Entonces comienza el proceso de datos que sigue el diagrama de bloques indicado en las figuras A.7, A.8 y A.9. Para el programa PARAM.EXE, el proceso de datos se resume en los siguientes pasos:

- 1) Lectura de datos del archivo DATOS.DAT.
- 2) Validación de la información.
- 3) Obtención de parámetros.
- 4) Generación de archivos.
- 5) Presentación de resultados.
- 6) Procesamiento de datos por mínimos cuadrados.
- 7) Presentación de la curva de Factor de Coincidencia de mejor aproximación.

VALIDACION DE LA INFORMACION.-

El primer paso luego de la lectura de datos es validar la información. En este primer proceso: a) se verifica automáticamente si existen o no datos cero generados por corte de energía (simulados en el archivo DATOS.DAT por valores negativos); b) a partir del consumo mensual de cada abonado se desecha al abonado en caso de que su consumo promedio mensual no caiga dentro de límites preestablecidos para un estrato determinado y, c) se calculan los promedios diarios de consumo y se eliminan aquellos que presentan valores mayores o menores de niveles predeterminados.

En caso de que se encuentren datos de corte de energía, el programa los sustituye por otros que resultan ser el promedio de los dos datos gemelos adicionales que son aquellos que acontecen en el mismo día y a la misma hora que el dato problema pero que ocurren en las otras dos semanas de mediciones.

Luego de esta primera verificación, invisible para el operador, el programa calcula para cada iteración, I , el consumo del abonado I en el periodo de 21 días de mediciones y extrapola este dato para

obtener el consumo mensual estimado de ese abonado. El paso siguiente es verificar si el consumo de ese abonado cae dentro de límites preestablecidos para el estrato, por ejemplo, si el consumo mensual medio previsto para un abonado del estrato 3, es 220 kWh/mes, el programa eliminará a aquellos abonados que presenten un error con respecto a ese valor medio de más, o menos, $CP1 * 100$ por ciento, donde $CP1$ es un valor de 0.1 a 2 sujeto al criterio del operador. Este valor se ingresa por pantalla. Es importante anotar aquí que el valor de $CP1$ debe ser escogido de manera que se garantice un rechazo de abonados que no perjudique la validez de la muestra. Con los datos creados previamente, se debe tener cuidado en escoger este valor, y es recomendable, si es que el programa va a ser corrido varias veces, primeramente escoger valores altos de $CP1$ y luego bajos, de esta manera se puede obtener también un criterio sobre la desviación que presentan los datos de consumo mensual con respecto al promedio preestablecido para un estrato determinado. Si es que el valor de $CP1$ es muy bajo, y no se dan por válidos por lo menos dos abonados, el programa presentará un mensaje de error provocando la salida del programa. (Figura A.10). Finalmente, el programa calcula el consumo diario de cada abonado y sustituye los datos de un día que se ha encontrado "irregular" por:

- el promedio de los otros dos días gemelos ó correspondientes ó
- por el día inmediatamente anterior.

En caso de que el programa detecte abonados que tengan más de 7 días irregulares, se presentará al operador la opción de eliminar o no al abonado en cuestión. En la figura A.11 se presentan las pantallas que sintetizan lo descrito.

OBTENCION DE PARAMETROS.-

El programa obtiene los siguientes parámetros:

- 1) DEMM(I).- Demanda media del abonado I.
- 2) DMEN(I).- Consumo medio mensual del abonado I.
- 3) SUM(I,L).- Matriz de almacenamiento del consumo promedio diario por abonado, I corresponde al abonado I y L al día L.
- 4) ER(I).- Desviación del consumo del abonado I con respecto al consumo promedio esperado para el estrato.
- 5) MMDD(I,L).- Matriz de máximas demandas diarias donde I corresponde al abonado procesado número I y, L corresponde al día L de mediciones.
- 6) HORA(I,L).- Hora de ocurrencia de la máxima demanda.
- 7) MD(I).- Máxima demanda de un abonado para el período de mediciones.
- 8) HMD(I).- Hora de ocurrencia de la máxima demanda del período por abonado.
- 9) DMD\$(I).- Día de ocurrencia de la máxima demanda individual.
- 10) NDMD(I).- Número de día de ocurrencia de la máxima demanda.
- 11) FCAR(I,L).- Factor de carga diario por abonado.
- 12) FCARMAX(I).- Factor de carga diario máximo por abonado.
- 13) FCARMED(I).- Factor de carga diario medio por abonado.
- 14) FCARMIN(I).- Factor de carga diario mínimo por abonado.
- 15) DFCMX\$(I).- Día de factor de carga diario máximo por abonado.
- 16) NDFCMX(I).- Número de día de factor diario de carga máximo por abonado.
- 17) DFCM\$(I).- Día de factor de carga diario mínimo por abonado.
- 18) NDFCM(I).- Número de día de factor de carga diario mínimo por abonado.

- 19) CUTIP(I,JL).- Matriz en donde se almacenan las curvas típicas de cada abonado I. JL corresponde al número de datos de un día.
- 20) CUTIPPU(I,JL).- Matriz en donde se almacenan las curvas típicas de carga por abonado en valores en por unidad.
- 21) FCARS(I,IX).- Matriz en donde se almacenan los factores de carga semanales por abonado, en total se tienen 3 datos para cada abonado.
- 22) FCARSMAX(I).- Factor de carga semanal máximo por abonado.
- 23) FCARSMED(I).- Factor de carga semanal medio por abonado.
- 24) FCARSMIN(I).- Factor de carga semanal mínimo por abonado.
- 25) FCARMEN(I).- Factor de carga del periodo de 21 días por abonado.
- 26) CUTIES(JL).- Curva de carga típica individual diaria para un abonado del estrato.
- 28) TOT(J).- Curva de carga diversificada del periodo para NM (número de registradores) abonados del estrato.
- 29) SUMT(L).- Vector en donde se almacenan los consumos promedios diarios de la curva de carga diversificada total TOT(J).
- 30) MMDDT(1,L).- Vector en donde se almacenan las máximas demandas diarias diversificadas, L corresponde al número de días en el periodo (21).
- 31) HORAT(1,L).- Vector en donde se almacenan las horas de ocurrencia de las máximas demandas diversificadas.
- 32) FCART(1,ND).- Factor de carga diario obtenido de la curva de carga diversificada TOT(1,L).
- 33) FCARMAXT(1).- Factor de carga máximo diario, obtenido de la curva de carga diversificada.
- 34) FCARMEDT(1).- Factor de carga medio diario, obtenido de la

curva de carga diversificada.

35) FCARMINT(1).- Factor de carga mínimo diario, obtenido de la curva de carga diversificada.

36) DFCMXT\$(1).- Día de factor de carga máximo, obtenido de la curva de carga diversificada.

37) NDFCMXT(1).- Número de día de factor de carga máximo, se refiere a la curva de carga diversificada.

38) DFCMT\$(1).- Día de factor de carga mínimo, se obtiene de la curva de carga diversificada.

39) NDFCMT(1).- Número de día de factor de carga mínimo, obtenido de la curva de carga diversificada.

40) FCARST(IX).- Vector donde se almacena el valor del factor de carga semanal obtenido de la curva de carga diversificada.

41) FCARSTMAX(1).- Factor de carga semanal máximo para la curva de carga diversificada.

42) FCARSTMED(1).- Factor de carga semanal medio para la curva diversificada.

43) FCARSTMIN(1).- Factor de carga semanal mínimo para la curva de carga diversificada.

44) FCARMT(1).- Factor de carga para el periodo de 21 días para la curva de carga diversificada.

45) CURTIP(JL).- Curva de carga típica diaria diversificada del estrato.

46) CURTIPPU(JL).- Curva de carga típica diaria diversificada del estrato en valores en por unidad de la máxima demanda.

47) D(I,K).- Matriz en donde se almacenan los valores de demanda de las horas pico. Estos datos se utilizan en la obtención del factor de coincidencia.

GENERACION DE ARCHIVOS.-

El programa genera dos archivos: 1) ENERGIA.DAT y 2) ENCUESTA.DAT. En el archivo ENERGIA.DAT se guardan los datos necesarios para correr sin problemas el programa ENERGIA.EXE, que es el programa que calcula la relación energía vs. demanda máxima, por lo que, en la generación de este archivo se ha considerado conveniente reunir primeramente los datos de todos los estratos. Es por esto que, el archivo ENERGIA.DAT es un archivo "acumulativo" y cada vez que se corre el programa PARAM.EXE se generan NM (número de registradores o abonados procesados) datos nuevos que se acumulan a los de la corrida anterior.

El archivo ENCUESTA.DAT, es también un archivo acumulativo y en este se almacenan en cada corrida, el código de cada abonado y su consumo mensual.

PRESENTACION DE RESULTADOS.-

El programa imprime en pantalla los parámetros obtenidos, si se desea obtener una copia escrita de los resultados, se deberá utilizar la tecla "Print Screen", que es la única manera de reproducir los resultados.

Es importante anotar que al concluir el programa solamente se graban los archivos ENERGIA.DAT y ENCUESTA.DAT, eliminándose todos los parámetros de la memoria del computador. Por eso resultará conveniente que los resultados se impriman antes de que el programa termine.

PROCESAMIENTO DE DATOS POR MINIMOS CUADRADOS.-

El programa principal, PARAM.EXE, se concatena con el que obtiene la relación entre el factor de coincidencia y el número de abonados, este subprograma, FCOIN.EXE, obtiene la mejor aproximación de esta relación mediante el método de MINIMOS CUADRADOS para algunos tipos de regresión. Las opciones para escoger el tipo de regresión más adecuada se muestran en la figura A.12.

PRESENTACION DE LA CURVA DE MEJOR APROXIMACION.-

De acuerdo a la opción escogida, el programa calcula los coeficientes y el factor de correlación obtenidos a partir del método de los mínimos cuadrados. Además, se ofrece una opción al operador para probar con otro tipo de regresión, cada uno de los resultados puede imprimirse con la tecla "Print Screen", la pantalla presentada es una similar a la graficada en la figura A.13. En esa misma pantalla se presenta la opción de salida del programa.

PROGRAMA ENERGIA.EXE.-

Este programa calcula la curva de mejor aproximación para la relación Energía-Demanda Máxima. Los datos con los que funciona este programa son leídos de un archivo de nombre ENERGIA.DAT generado previamente por el programa PARAM.EXE.

En este programa se presentan cuatro pantallas: a) la pantalla de presentación del programa, b) otra para ingresar el número de estratos para los cuales se creó el archivo ENERGIA.DAT, c) una en la que se permite al operador escoger el tipo de regresión a

utilizar y d) otra en la que se presentan los resultados y la opción de salida del programa. Estas pantallas se indican en las figuras A.14, A.15, A.16 y A.17.

PROGRAMA MASTER.-

Este programa ha sido desarrollado con el objeto de procesar las encuestas de campo, de manera que:

- a) Se cree un archivo de datos permanente en el que consten los datos de las encuestas.
- b) Permita ingresar los datos de una manera rápida y segura.
- c) Permita obtener los resultados deseados de manera confiable.
- d) Permita crear archivos a ser utilizados posteriormente que estén ordenados adecuadamente.

CONFIGURACION DEL SISTEMA.-

La configuración utilizada es: BUFFERS=50

FILES=48

Solamente existe un archivo de configuración.

FORMA DE UTILIZAR EL PROGRAMA.-

Para utilizar el programa, primeramente se debe ingresar al FOX, idioma al que se accesa directamente tecleando la palabra MFOXPLUS. La versión de FOX utilizada es la 2.00 de 1987 y, hay que recalcar que con versiones anteriores a esta, el programa puede presentar problemas en su comportamiento.

Luego de haber cargado el programa "FOX", se comienza la ejecución tecleando do master, apareciendo en pantalla una figura como la

indicada en la A.18 que es el menú de entrada al programa.

FUNCIONES DEL PROGRAMA PARA EL PROCESAMIENTO DE ENCUESTAS.-

Para iniciar la ejecución del programa de encuestas, es necesario teclear ya sea la primera letra de una de las palabras mostradas en la figura A.18, o escoger mediante los directores de línea a una de estas presionando, cuando se encuentren bajo el recuadro, la tecla <ENTER>.

OPCION "INGRESO"

Si se escoge la palabra INGRESO, el programa presentará una pantalla similar a la figura A.19, en la que se pide al operador ingresar los datos de las encuestas de campo. La figura A.19, muestra la primera pantalla de ingreso de datos, los mismos que corresponden a la primera parte de la hoja de codificación de encuestas mostrada en el Anexo No.1, es decir, el número de encuesta, el código del abonado y la carga instalada del encuestado. En las figuras A.20, A.21 y A.22 se muestran las pantallas subsiguientes presentadas por el programa, las mismas que corresponden a la parte restante de la hoja de codificación de encuestas y que piden al operador ingresar datos sobre área de la vivienda, área del terreno y otros.

Si es que se ingresa un código el cual ya se encuentra en la base de datos, el programa automáticamente presentará en pantalla los datos de la encuesta correspondientes a ese código. Esta opción tiene la ventaja de que se puede ingresar a la base de datos de manera sencilla y se pueden verificar los datos rápidamente desde

pantalla.

OPCION "ELIMINACION".-

Si se elige la opción **ELIMINACION**, el programa presentará una figura similar a la A.19, pero en este caso, al ingresar el primer dato (Código), se busca automáticamente dicho dato en la base de datos creada y si es que se encuentra dicho registro, se eliminará a la encuesta que presente ese código de la base. Para esto se pregunta al operador si desea o no eliminar la encuesta.

OPCION "VERIFICACION".-

Si se escoge del menú de entrada la palabra **VERIFICACION**, se ofrece al operador la posibilidad de chequear los registros ingresados. Estos se presentarán en forma codificada en una pantalla típica del idioma FOX (ver figura A.23). Esta opción no permite corregirlos datos, sino solamente revisarlos de una manera rápida y global, es decir, se imprimen en pantalla todos los datos incluidos en la base de datos.

OPCION "GENERACION".-

Si se escoge esta opción, se crean varios archivos:

- 1) Archivo **CODIGO.DAT**, en el cual se almacenan los códigos correspondientes a las encuestas ingresadas. Aparecerán en el archivo los códigos en orden de ingreso y encolumnados en forma vertical.
- 2) Archivo **"NUMERO.DAT"**, en el que se guardan los números de codificación de las encuestas. Estos datos también aparecen en orden de ingreso.

3) Archivo "CARGA.DAT", en el que se almacena la carga instalada calculada a partir de los datos de cada encuesta. El primer dato de este archivo corresponde al primer dato del archivo NUMERO.DAT y a su vez al primer dato del archivo CODIGO.DAT, es decir, se almacenan los datos en manera secuencial.

4) Archivo "AT.DAT", en el que se guardan los datos del área total del terreno en el que se encuentra el domicilio del abonado encuestado. Al igual que los otros archivos el orden de aparición de los datos es secuencial y corresponde al orden de ingreso de las encuestas.

5) Archivo "AC.DAT", el mismo que se ha creado al almacenar los datos de porcentaje de área construida con relación al área total del terreno en el cual se ha construido la vivienda del abonado.

6) Archivo "FAC_SAT.DAT", en donde se memorizan los factores de saturación de equipos, en el orden en el que aparecen en la figura A.19, por tanto, en este archivo aparecerán siempre 24 registros ordenados en forma vertical.

OPCION "POTENCIA".-

Mediante esta opción se permite al operador elegir con su propio criterio el valor nominal en vatios de potencia instalada de cada uno de los aparatos indicados en la figura A.19, presentándose para el efecto una pantalla similar a esta figura. Es necesario indicar que para el cálculo de la carga instalada se utilizan estos valores, por lo que antes de ingresar a la opción generación será necesario verificar estos datos de manera que se calculen los valores de carga instalada de manera correcta.

OPCION "REPORTES".-

Mediante esta opción se envía una señal al computador para que imprima los archivos antes mencionados. El programa permite imprimir mediante un menú cualquiera de los archivos de datos, es decir los que poseen terminación ".DAT".

EJEMPLOS DE APLICACION

Se presentan a continuación 2 ejemplos de uso de los programas descritos anteriormente. El primer ejemplo se refiere al programa PARAM.EXE y el segundo al ENERGIA.EXE. Debido a la característica del programa para procesamiento de encuestas, no se ha creído necesario realizar un ejemplo, puesto que su aplicación resulta sencilla.

EJEMPLO No.1.-

Para probar el programa PARAM.EXE, se ha creado un archivo de datos, DATOS.DAT, de 16 abonados, con un intervalo de demanda de 60 minutos y se supone que el estrato al cual pertenecen el asignado como número 4, es decir desde 300 a 500 kWh/mes. Dentro de los datos se han creado algunos que presentan valores negativos, para simular corte de energía, otros se presentan como datos de días irregulares y, otros como datos de abonados no pertenecientes al estrato. Con esta información previamente creada, el programa puede probarse en todas sus funciones las mismas que se han descrito anteriormente. En el Anexo No.A1 se presentan los resultados obtenidos.

EJEMPLO No.2.

Debido a que cada vez que se corre el programa PARAM.EXE se acumulan nuevos datos a ser utilizados en el programa ENERGIA.EXE, se ha creado un archivo en el cual constan datos que simulan varias corridas del programa PARAM.EXE. Los resultados se presentan en el Anexo No.A2.

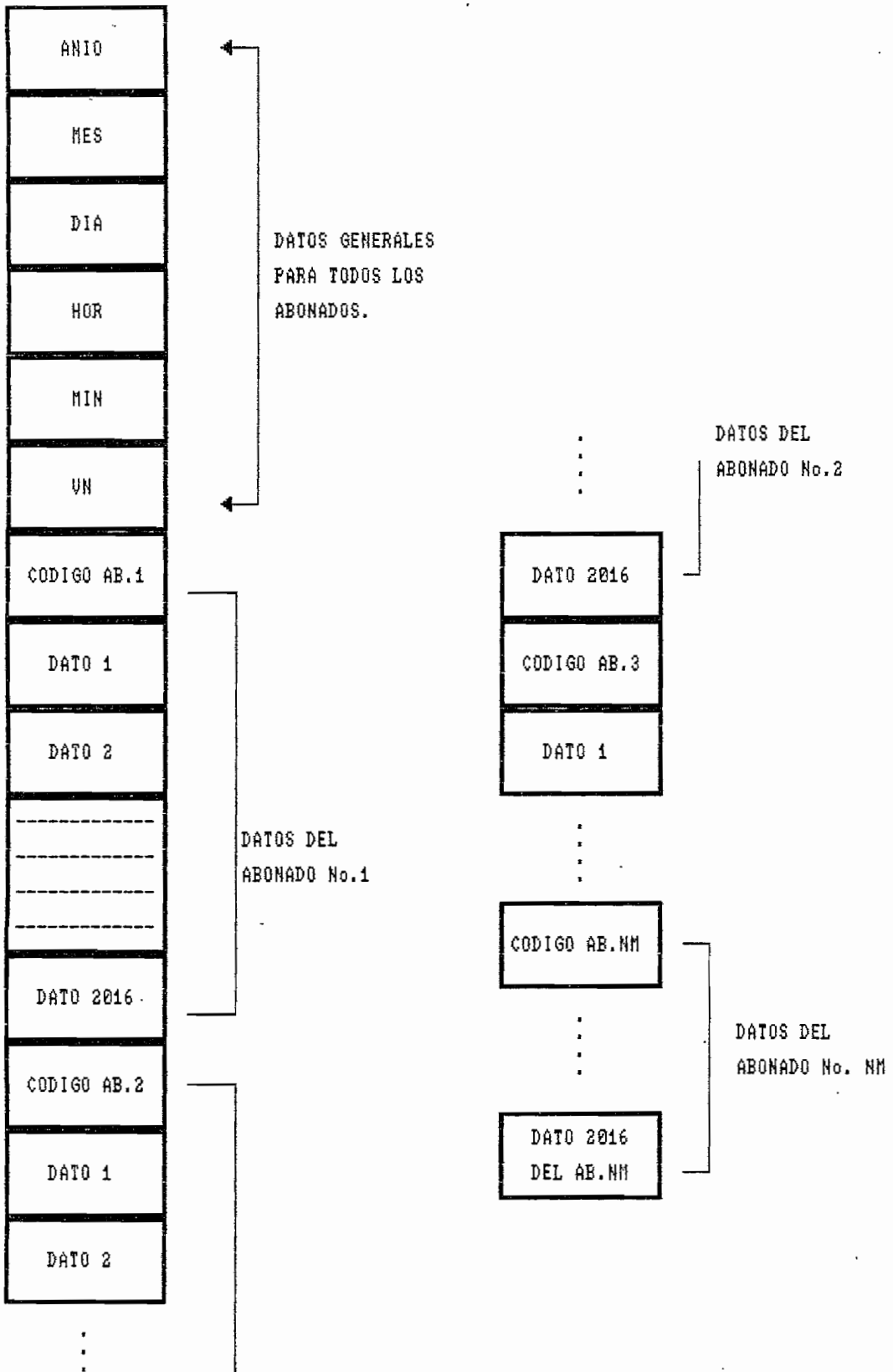


Figura A.1
Forma del archivo de datos DATOS.DAT

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
PLANEAMIENTO PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE DEMANDA
MARZO 1989

ELABORADO POR: SANTIAGO CORDOVA VACA
DIRIGIDO Y SUPERVISADO POR: ING. MENTOR POVEDA

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

Figura A.2
Diagrama de presentación del programa
de procesamiento de datos.

Este programa procesa datos de demanda tomados cada cierto intervalo de tiempo (intervalo de demanda), para obtener:

- FACTOR DE COINCIDENCIA
- FACTOR DE CARGA
- RELACIONES ENERGIA-DEMANDA.

A partir de datos que simulan los valores de numero de vueltas registradas por un dispositivo de memoria para abonados pertenecientes a un determinado estrato, se pretende determinar las características principales de carga que describan el comportamiento del grupo de abonados.

Los datos de la fecha de inicio de las mediciones, hora de inicio, minutos de inicio, numero de giros del disco por kWh y código del intervalo de demanda, deben grabarse en un archivo de nombre DATOS.DAT, en el que deberán aparecer adecuadamente dispuestos los vectores de numero de vueltas de los registros grabados en las mediciones.

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

Este programa funciona leyendo datos de un archivo DATOS.DAT, sin el cual, el programa no corre.

El archivo DATOS.DAT puede crearse desde pantalla solo parcialmente, puesto que resultaría sumamente extenso ingresar los datos manualmente. Para efectos de simulacion, se han creado previamente 3 programas de generacion de archivos de datos, los mismos que sirven para generar la informacion adecuada para los intervalos de demanda de 60, 30 y 15 minutos.

Si Ud. desea crear el archivo DATOS.DAT con otros datos, por favor referirse al manual de uso del programa.

Escoja de acuerdo al numero asignado el código del intervalo de demanda que desee utilizar:

INTERVALO	CODIGO
15 min	<1>
30 min	<2>
60 min	<3>

INGRESE UN NUMERO DEL 1 AL 3

Figura A.3
Pantallas indicativas para el ingreso al

CREACION DEL ARCHIVO DATOS.DAT

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

INGRESO DE DATOS DE FECHAS Y HORAS

INGRESE LA HORA EN QUE COMENZARON LAS MEDICIONES? 12
INGRESE LOS MINUTOS EN QUE COMENZARON LAS MEDICIONES:? 0

INGRESE EL AÑO EN QUE EMPEZARON LAS MEDICIONES:? 1990
INGRESE EL MES EN QUE EMPEZARON LAS MEDICIONES:? 1
INGRESE EL NUMERO DE DIA DEL MES:? 1

INGRESE EL NUMERO DE VUELTAS POR kWh:? 100

INGRESE EL NUMERO DE ABONADOS EN EL ESTRATO? 16

Figura A.4
Pantallas para crear el archivo de datos.

INGRESE EL ESTRATO AL QUE PERTENECEN LOS REGISTROS
DE ACUERDO AL SIGUIENTE CODIGO:

CODIGO	RANGO DE CONSUMO kWh/mes
1	31-100
2	101-160
3	161-300
4	301-500
5	501-800
6	801-1500
7	INTERESTRATOS

INGRESE EL CODIGO DEL ESTRATO

Figura A.5
Menú para ingresar el estrato de población al
que pertenecen las mediciones.

INGRESE EL NOMBRE DEL DIA EN EL QUE EMPEZARON
LAS MEDICIONES

TIPEE UN NOMBRE DE LUNES A DOMINGO EN LETRAS
MAYUSCULAS

DIA DE LA SEMANA

Figura A.6
Menú para ingresar el día de la semana en que
comenzaron las mediciones.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

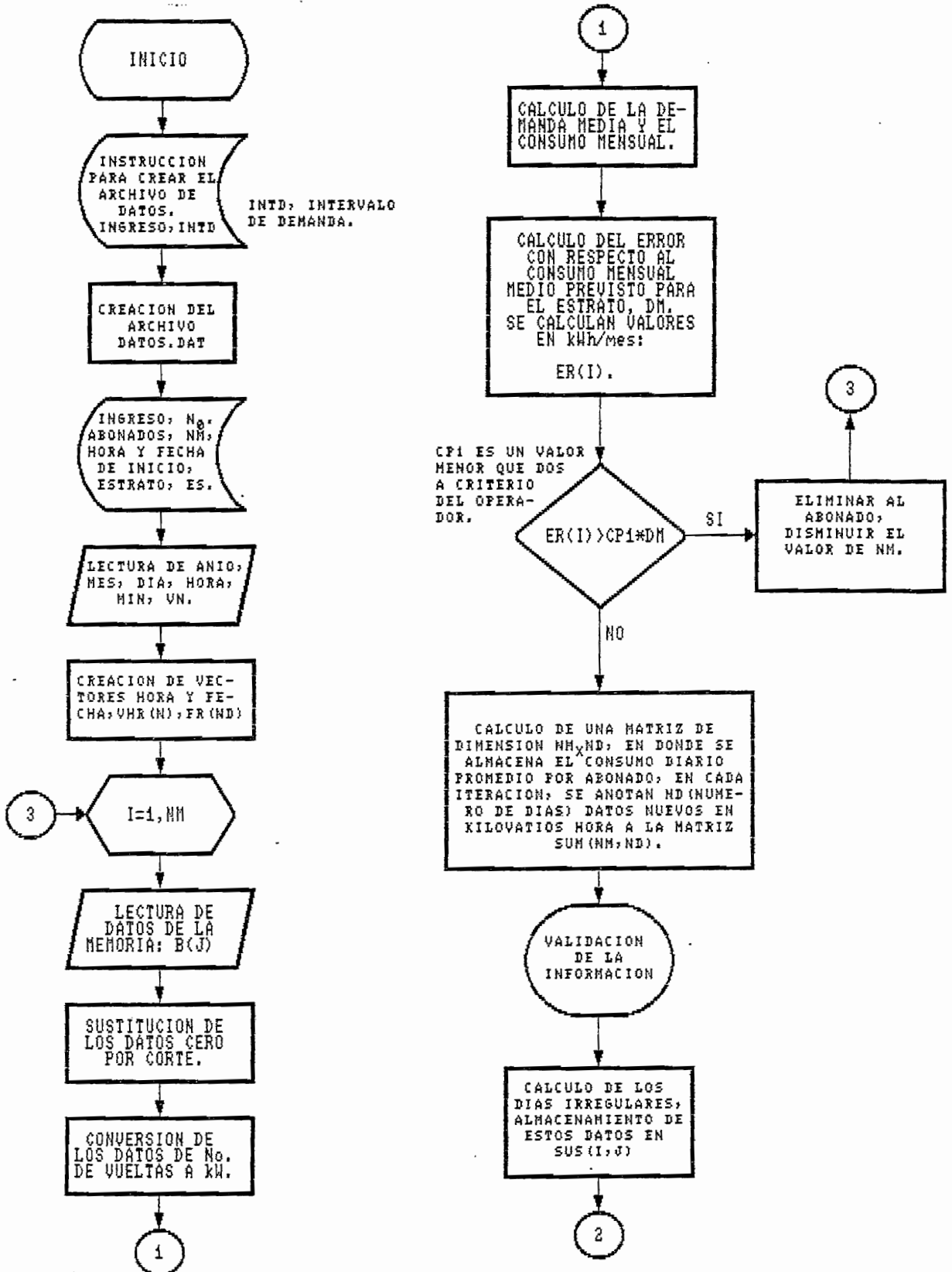


Figura A.7

Diagrama de bloques del programa principal.

→ (CONTINUA)

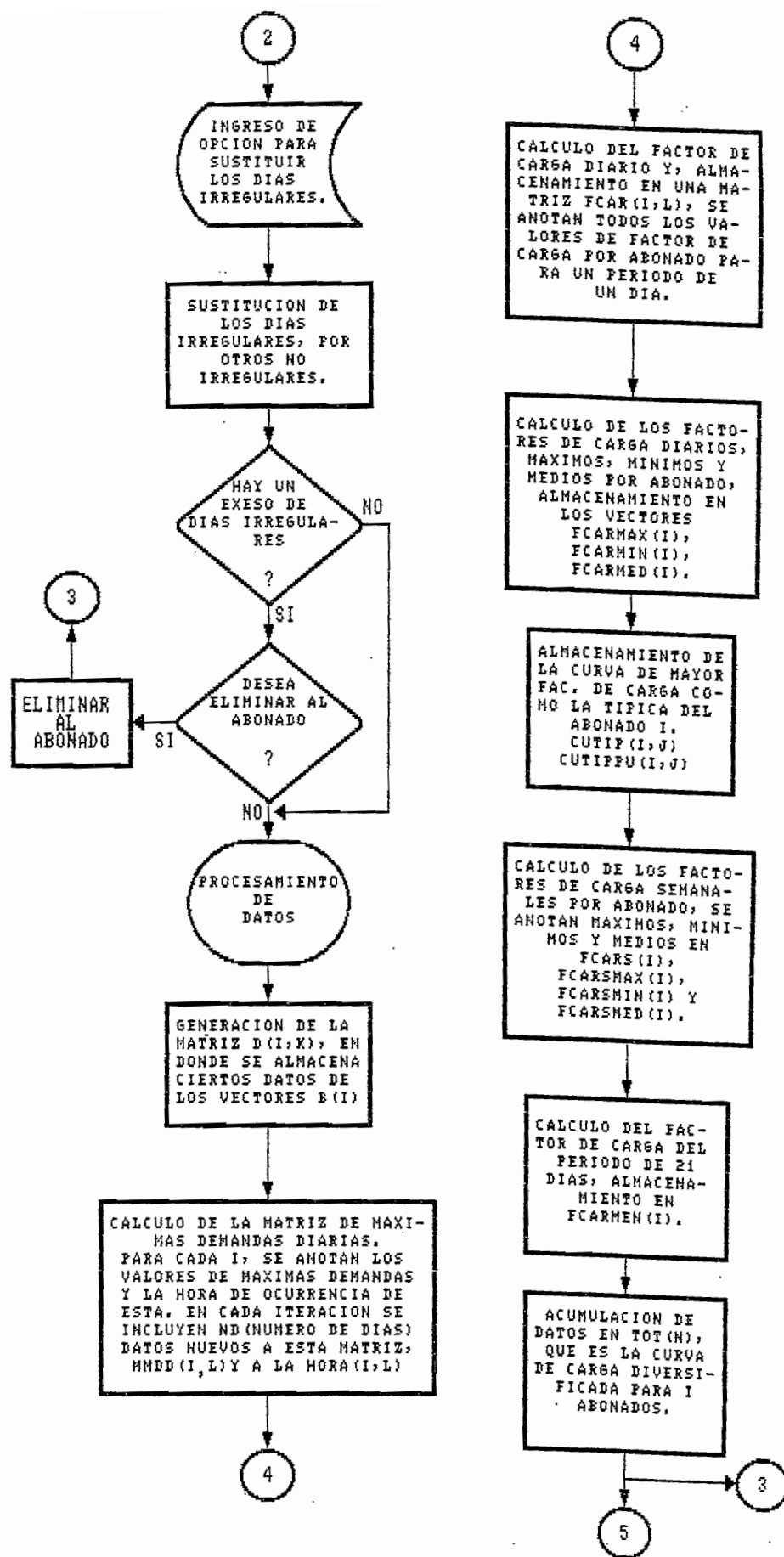


Figura A.8

Diagrama de flujo del programa principal.

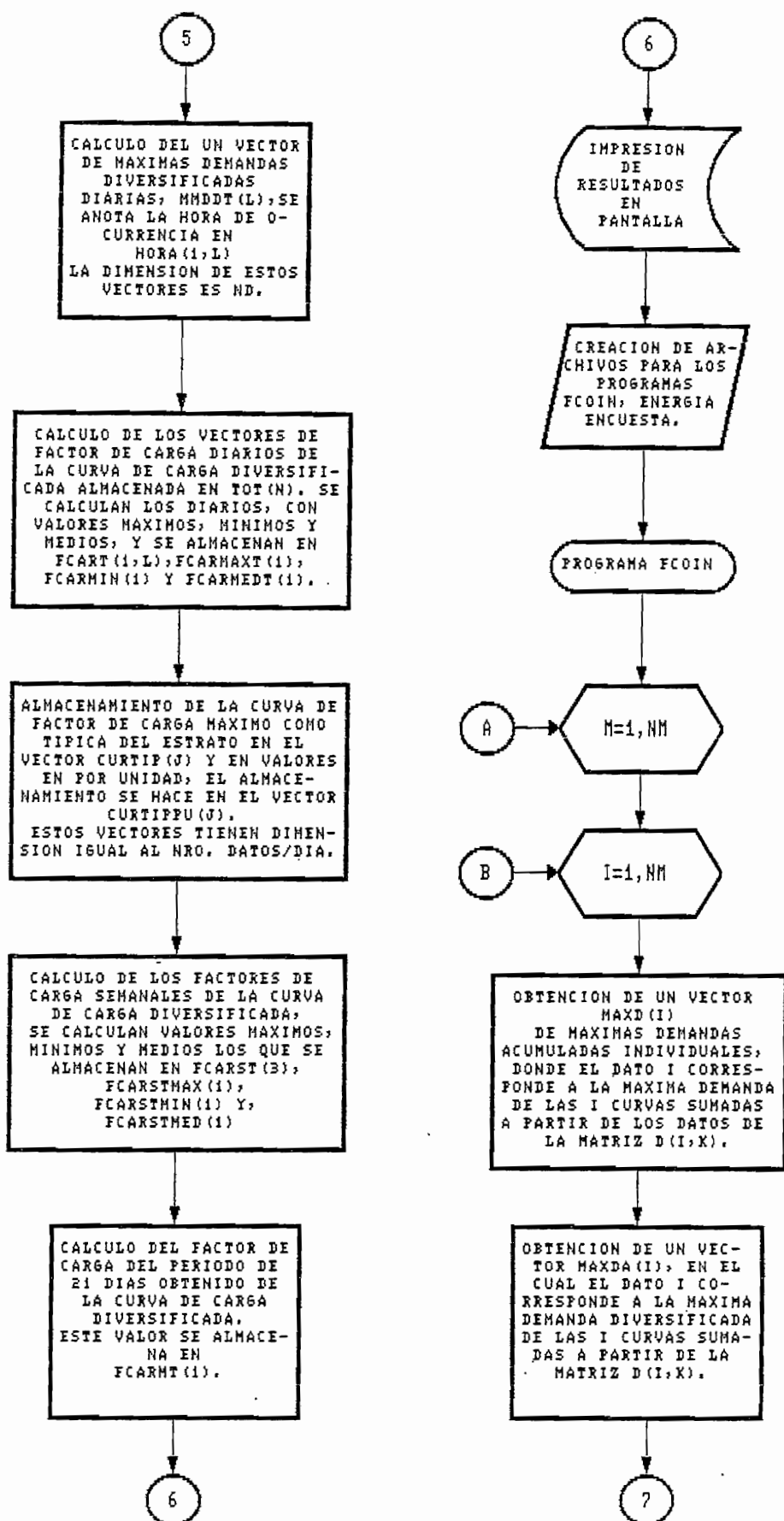


Figura A.9.a.
Diagrama de flujo del programa principal.

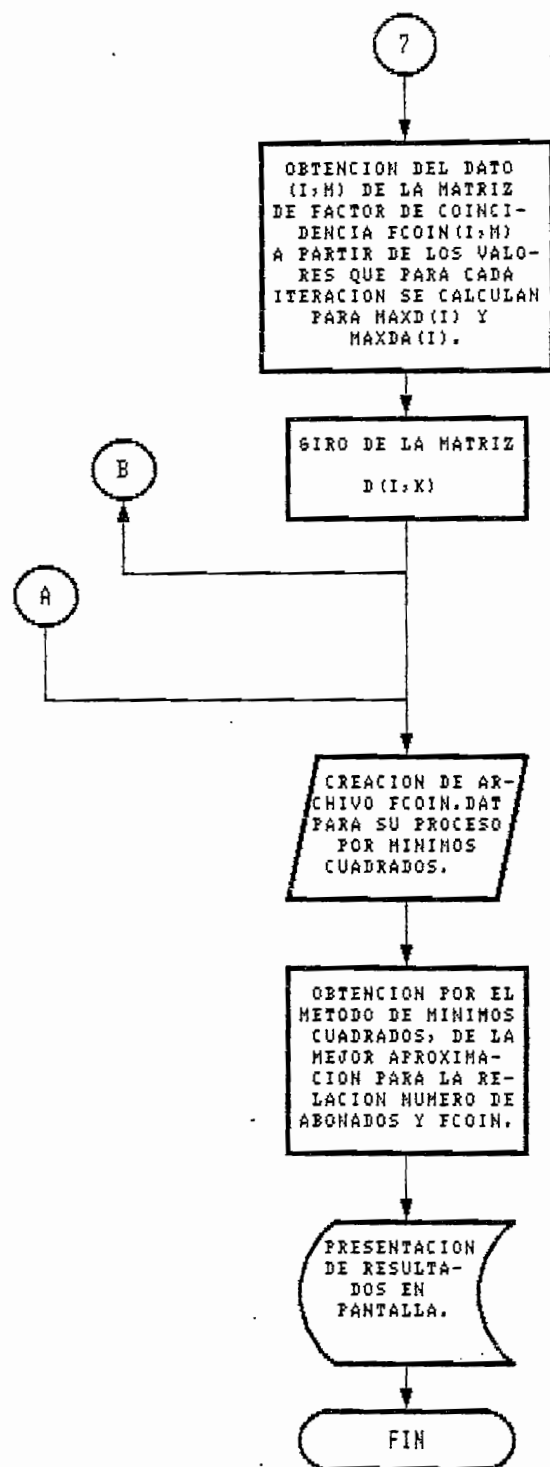


Figura A.9.b.
Diagrama de flujo del programa principal.

INGRESE EL VALOR DE CP1, QUE ES LA CONSTANTE DE VALIDACION
PARA EL CONSUMO MENSUAL. RECUERDE QUE EL VALOR DE ESTA VA-
RIABLE DEBE SER MAYOR A 0.1 Y MENOR QUE 2.
POR FAVOR INGRESE EL VALOR DE CP1:?

Figura A.10
Menú para ingresar el valor de la constante CP1.

EL PROGRAMA HA DETECTADO ABONADOS CON UN EXESO DE DIAS IRREGULARES
 EL ABONADO IRREGULAR ES EL: 3 ,CUYOS DATOS SON LOS SIGUIENTES:
 EL CODIGO DEL ABONADO ES:A3
 SE HAN DETECTADO 7 DIAS IRREGULARES
 DEMANDA MEDIA MENSUAL: 239.429 kWh/mes
 EL CONSUMO MEDIO MENSUAL DE COMPARACION DM ES: 400
 EL CONSUMO DIARIO MEDIO DE COMPARACION ES: 3.333333
 EL CODIGO DEL ESTRATO ES 4

SI DESEA UD. ELIMINAR AL ABONADO PRESIONE <ESC>, EN CASO
 CONTRARIO PRESIONE <ENTER>

EL PROGRAMA HA ENCONTRADO DIAS IRREGULARES EN LOS REGISTROS DE LOS ABONADOS
 INGRESE UNA DE LAS DOS SIGUIENTES OPCIONES PARA SUSTITUIR ESTOS DIAS:

- OPCION #1: SUSTITUIR LOS DATOS ANORMALES POR OTROS QUE CORRESPONDAN AL MISMO
 ABONADO, Y QUE SON MEDIDAS ANTERIORES A ABUELLOS DATOS ANORMALES
- OPCION #2: SUSTITUIR LOS DATOS ANORMALES POR EL PROMEDIO DE LOS OTROS
 DOS DIAS CORRESPONDIENTES

ESCOJA LA OPCION DE ACUERDO AL SIGUIENTE CODIGO:

OPCION:	CODIGO:
#1	1
#2	2

INGRESAR LA OPCION (SD):=

Figura A.11

Pantallas referentes a los días irregulares:
 La primera indicando la presencia de un exeso de días
 irregulares y, la segunda indicando el
 menú para sustituirlos .

ESTE PROGRAMA OBTIENE VALORES DEL FACTOR DE COINCIDENCIA
UTILIZANDO EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS, PARA LOS
SIGUIENTES TIPOS DE REGRESION:

1)LOGARITMICA: $y = a + b \cdot \ln(x)$

2)EXPONENCIAL: $y = a \cdot e^{(bx)}$

3)POTENCIAL: $y = a \cdot x^{(b)}$

4)ESPECIAL: $y = a + b \{1/(px+q)\}$

5)POLINDNIAL: $y = a + bx + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$

EL NUMERO MINIMO DE REGISTROS QUE PROCESA LA REGRESION 5 ES NM=5

EL NUMERO MINIMO DE REGISTROS QUE PROCESAN LAS OTRAS REGRESIONES ES NM=2

ESCOJA EL TIPO DE REGRESION A REALIZAR ESPECIFICANDO EL NUMERO ASIGNADO?

Figura A.12

Pantalla para elegir la regresión deseada
para obtener la relación entre el Factor de Coincidencia
y el número de abonados.

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 16 DATOS
CON UNA REGRESION DE TIPO EXPONENCIAL:

$$y = a \cdot e^{(bx)}$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

a = 1.037433

b = -4.557079E-02

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

***** r^2= .7571143 *****

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

Figura A.13
Resultados del proceso por mínimos cuadrados.

PROGRAMA PARA OBTENER LA RELACION
ENERGIA-DEMANDA, A PARTIR DEL AR-
CHIVO ENERGIA.DAT

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
PLANEAMIENTO PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE DEMANDA
DICIEMBRE 1989

ELABORADO POR: SANTIAGO CORDOVA VACA
DIRIGIDO Y SUPERVISADO POR: ING. MENTOR POVEDA

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

Figura A.14
Pantalla de presentación del programa ENERGIA.EXE.

INGRESE EL NUMERO DE ESTRATOS PARA EL CUAL
SE HA CREADO EL ARCHIVO ENERGIA.DAT
RECUERDE QUE DEBE SER UN NUMERO ENTERO <=16

INGRESE EL NUMERO?

Figura A.15

Menú para ingresar el número de estratos para los cuales se ha creado el archivo ENERGIA.DAT.

ESTE PROGRAMA PROCESA DATOS EN BASE A
PROGRESIONES POLINOMIALES DE LAS FORMAS:

1) LINEAL: $y = a + bx$
2) CUADRATICA: $y = a + bx + cx^2$
3) CUBICA: $y = a + bx + cx^2 + dx^3$
4) CUARTA POTENCIA: $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$

ESCOJA UNA DE LAS CUATRO REGRESIONES DE ACUERDO AL NUMERAL INDICADO
NUMERAL:?

Figura A.16
Pantalla para ingresar el tipo de regresión
a utilizar para determinar la relación
ENERGIA-DEMANDA MAXIMA.

```
ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 11 DATOS,  
CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:
```

$$y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3$$

```
ORTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:
```

```
a = 18.50944  
b = -3.832751E-02  
c = -2.985027E-04  
d = 7.87087E-07
```

```
EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:
```

```
***** r^2= .8565215 *****
```

```
PRESIONE <ESC> PARA SALIR DEL PROGRAMA O <ENTER> PARA PROBAR OTRA REGRESION
```

Figura A.17

Pantalla que indica los resultados del programa y ofrece la opción de salida.

E.P.N. ELECTRICA	ENCUESTAS *** MENU PRINCIPAL ***	FECHA: 01/01/80 PANTALLA: ENCO
INGRESO		
ELIMINACION		
VERIFICACION		
GENERACION		
REPORTES		
POTENCIA		
SALIR		

Ingreso de las encuestas

Caps

Enter a FoxBASE+ command.

Figura A.18
Menú que ofrece las opciones del programa MASTER.

E.P.N. ELECTRICA	ENCUESTAS GRUPO 2	FECHA: 01/01/80 PANTALLA: ENC2
CODIGO: MEDIDOR: 0		
A.1	35 metros	x
A.2	25 metros	
A.3	16 metros	
A.4	14 metros	
A.5	10 metros	
A.6	8 metros	
A.7	6 metros	
A.8	Menos de 6 metros	
A.9	Otro	
B	Metros de fondo	12.00
	Area:.....	

Command ||(A:)||BASE1 || ||Rec: 8/9 || || Caps

Enter a FoxBASE+ command.

Figura A.20
Pantalla similar a la segunda parte de la
hoja de codificación de encuestas.

E.P.N.	ENCUESTAS	FECHA:
ELECTRICA	GRUPO 4	01/01/80
		PANTALLA: ENC4
CODIGO:	MEDIDOR:	0
D.1 Mas de 1500 m2	x	E.1 100%
D.2 Entre 800-1500		E.2 90%
D.3 Entre 450-799		E.3 80%
D.4 Entre 300-449		E.4 70%
D.5 Entre 180-299		E.5 60%
D.6 Entre 150-179		E.6 40%
D.7 Menos de 150		E.7 Menos de 40%
6. Area total de construccion		1240

Command ||(A:)||BASE1 || ||Rec: 8/9 || || Caps

Enter a FoxBASE+ command.

Figura A.22
Pantalla similar a la cuarta parte de la
hoja de codificación de encuestas.

CURSOR <-- -->	UP	DOWN	DELETE	Insert Mode: Ins
Char: Del	Exit:	^End		
Word: Home End	Page: PgUp	PgDn	Field: ^Y	Abort: Esc
Pan: ^	Help: F1	Record: ^U	Set Options: ^Home	

CODIGO-----	NUMERO	GI_1	GI_2	GI_3	GI_4	GI_5	GI_6	GI_7	GI_8	GI_9	GI_10	GI_11
7777777777777777	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
3333333333333333	3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
4444444444444444	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
A1	1	20	2	2	2	0	1	1	1	0	2	2
A2	2	15	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
A3	3	16	2	1	2	0	0	1	1	0	1	0
123A	23	23	3	1	0	1	2	1	0	1	1	1
	0	12	0	0	0	0	0	4	0	0	1	1
a1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BROWSE <A:>BASE1 Exclusive Rec: 1/9 | Caps

View and edit fields.

Figura A.23
Pantalla utilizada en la opción VERIFICACION.

ANEXO No.A.1

EJEMPLO DE APLICACION DEL PROGRAMA PARAM.EXE

RESULTADOS OBTENIDOS

INGRESE EL VALOR DE CPI, QUE ES LA CONSTANTE DE VALIDACION
PARA EL CONSUMO MENSUAL. RECUERDE QUE EL VALOR DE ESTA VA-
RIABLE DEBE SER MAYOR A 0.1 Y MENOR QUE 2.
POR FAVOR INGRESE EL VALOR DE CPI: 1.5

EL PROGRAMA HA DETECTADO ABONADOS CON UN EXESO DE DIAS IRREGULARES
EL ABONADO IRREGULAR ES EL: 3 ,CUYOS DATOS SON LOS SIGUIENTES:
EL CODIGO DEL ABONADO ES:A3
SE HAN DETECTADO 7 DIAS IRREGULARES
DEMANDA MEDIA MENSUAL: 239.429 kWh/mes
EL CONSUMO MEDIO MENSUAL DE COMPARACION DM ES: 400
EL CONSUMO DIARIO MEDIO DE COMPARACION ES: 3.333333
EL CODIGO DEL ESTRATO ES 4

SI DESEA UD. ELIMINAR AL ABONADO PRESIONE <ESC>, EN CASO
CONTRARIO PRESIONE <ENTER>

EL PROGRAMA HA ENCONTRADO DIAS IRREGULARES EN LOS REGISTROS DE LOS ABONADOS
INGRESE UNA DE LAS DOS SIGUIENTES OPCIONES PARA SUSTITUIR ESTOS DIAS:

OPCION #1: SUSTITUIR LOS DATOS ANORMALES POR OTROS QUE CORRESPONDAN AL MISMO
ABONADO, Y QUE SON MEDIDAS ANTERIORES A AQUELLOS DATOS ANORMALES

OPCION #2: SUSTITUIR LOS DATOS ANORMALES POR EL PROMEDIO DE LOS OTROS
DOS DIAS CORRESPONDIENTES

ESCOJA LA OPCION DE ACUERDO AL SIGUIENTE CODIGO:

OPCION:	CODIGO:
#1	1
#2	2

INGRESAR LA OPCION (SD):=

ESTE PROGRAMA HA OBTENIDO LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO DATOS DEL ESTRATO 4

CUYO RANGO DE CONSUMO ES:301-500 kWh/mes

EL NUMERO DE REGISTROS PROCESADOS ES: 15

EL DIA EN QUE COMENZARON LAS MEDICIONES CORRESPONDE
A UN SABADO, DE FECHA: 1989 - 12 - 16

SE HAN ELIMINADO 1 ABONADOS POR DIAS IRREGULARES

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

PARA EL ESTRATO 4 , SE HA OBTENIDO LA SIGUIENTE INFORMACION:

AB #	CODIGO	DEMANDA MEDIA (kW)	CONSUMO MENSUAL (kWh/mes)	CONSUMO 21 DIAS	DESVIACION AL PROMEDIO	Nro. DIAS IRREGULARES
1	A1	0.471	339.2	237.5	-60.8	0
2	A2	0.445	320.3	224.2	-79.7	0
3	A4	0.434	312.6	218.9	-87.4	1
4	A5	0.449	323.5	226.5	-76.5	1
5	A6	0.462	332.5	232.8	-67.5	0
6	ABONADO 7	0.495	356.1	249.3	-43.9	0
7	ABONADO 8	0.487	350.7	245.5	-49.3	0
8	A9	0.434	312.6	218.9	-87.4	1
9	A10	0.457	328.9	230.2	-71.1	0
10	A11	0.462	332.5	232.8	-67.5	0
11	AB 12	0.495	356.1	249.3	-43.9	0
12	A13	0.449	323.5	226.5	-76.5	1
13	A14	0.462	332.5	232.8	-67.5	0
14	AB15	0.495	356.1	249.3	-43.9	0
15	A16	0.487	350.7	245.5	-49.3	0

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

AB FCAR SEMANAL FCAR SEMANAL FCAR SEMANAL FCAR DEL PERIODO
MEDIO MAXIMO MINIMO DE 21 DIAS

1	0.269	0.326	0.235	0.244
2	0.306	0.322	0.287	0.297
3	0.308	0.330	0.303	0.299
4	0.318	0.330	0.303	0.309
5	0.317	0.327	0.304	0.308
6	0.168	0.239	0.120	0.121
7	0.236	0.248	0.220	0.221
8	0.308	0.330	0.303	0.299
9	0.313	0.325	0.303	0.304
10	0.317	0.326	0.304	0.308
11	0.168	0.239	0.120	0.121
12	0.318	0.330	0.304	0.309
13	0.317	0.327	0.304	0.308
14	0.168	0.239	0.120	0.121
15	0.236	0.248	0.220	0.221

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

DE LA CURVA DIVERSIFICADA DE LOS 15 ABONADOS PROCESADOS
SE HAN OBTENIDO LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

FACTOR DE CARGA DIARIO MAXIMO: .4848025
FACTOR DE CARGA DIARIO MEDIO: .3833775
FACTOR DE CARGA DIARIO MINIMO: .2891983

DIÁ DE FACTOR DE CARGA MAXIMO: DOMINGO, Nro. 2
DIA DE FACTOR DE CARGA MINIMO: MARTES, Nro. 18

MAXIMA DEMANDA: 22.32 kW.
DIA DE MAXIMA DEMANDA: SABADO, Nro. CORRESPONDIENTE 15
HORA DE OCURRENCIA DE LA MAXIMA DEMANDA: 20

DEMANDA MEDIA: 7.03884 kW.

FACTOR DE CARGA SEMANAL MAXIMO: .3453016
FACTOR DE CARGA SEMANAL MEDIO: .3254925
FACTOR DE CARGA SEMANAL MINIMO: .3096864

FACTOR DE CARGA DE 21 DIAS: .3153602

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

AB DEM.	MAXIMA #	FACTOR DE CARGA (kW)	DIARIO MEDIO	FACTOR DE CARGA DIARIO MAXIMO	FACTOR DE CARGA DIARIO MINIMO	DIA FCARMAX	Nro.
	1	1.93	0.337	0.458	0.184		16
	2	1.50	0.364	0.469	0.233		13
	3	1.50	0.368	0.458	0.261		5
	4	1.50	0.368	0.458	0.261		5
	5	1.50	0.370	0.458	0.261		5
	6	4.10	0.306	0.458	0.174		4
	7	2.20	0.325	0.458	0.184		4
	8	1.50	0.368	0.458	0.261		5
	9	1.50	0.387	0.661	0.261		11
	10	1.50	0.370	0.458	0.261		5
	11	4.10	0.306	0.458	0.174		4
	12	1.50	0.368	0.458	0.261		5
	13	1.50	0.370	0.458	0.261		5
	14	4.10	0.306	0.458	0.174		4
	15	2.20	0.325	0.458	0.184		4

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

AB DIA DE DEM.	No. DIA DEM.	HORA DE DEM.	DIA DE FCAR	DIA DE FCAR	No. DIA FCAR	
#	MAXIMA	MAXIMA	MAXIMO	MINIMO	MINIMO	
1	VIERNES	21	18	DOMINGO	LUNES	10
2	MIERCOLES	5	20	JUEVES	MIERCOLES	5
3	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
4	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
5	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
6	DOMINGO	16	5	MARTES	MARTES	11
7	VIERNES	14	4	MARTES	LUNES	10
8	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
9	JUEVES	6	20	MARTES	MARTES	18
10	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
11	DOMINGO	16	5	MARTES	MARTES	11
12	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
13	JUEVES	6	20	MIERCOLES	JUEVES	6
14	DOMINGO	16	5	MARTES	MARTES	11
15	VIERNES	14	4	MARTES	LUNES	10

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

A CONTINUACION SE PRESENTAN LAS CURVAS TIPICAS DEL ESTRATO:
 1) CURVA TIPICA INDIVIDUAL, ESCOGIDA COMO EL DIA DE FACTOR
 DE CARGA MAXIMO.

HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.	:	HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.
0.00	0.100	0.088	:	6.00	0.287	0.253
1.00	0.100	0.088	:	7.00	0.660	0.582
2.00	0.100	0.088	:	8.00	0.940	0.829
3.00	0.100	0.088	:	9.00	0.861	0.759
4.00	0.100	0.088	:	10.00	0.674	0.594
5.00	0.100	0.088	:	11.00	0.487	0.430

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.	:	HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.
12.00	0.497	0.439	:	18.00	1.134	1.000
13.00	0.497	0.439	:	19.00	1.054	0.929
14.00	0.487	0.430	:	20.00	0.961	0.847
15.00	0.394	0.347	:	21.00	1.041	0.918
16.00	0.660	0.582	:	22.00	0.567	0.500
17.00	0.674	0.594	:	23.00	0.193	0.170

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

A CONTINUACION SE PRESENTAN LAS CURVAS TIPICAS DEL ESTRATO:
 2) CURVA TIPICA DIVERSIFICADA, ESCOGIDA COMO EL DIA DE FACTOR
 DE CARGA MAXIMO.

HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.	:	HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.
0.00	0.300	0.017	:	6.00	3.800	0.220
1.00	1.500	0.087	:	7.00	9.100	0.526
2.00	1.500	0.087	:	8.00	11.500	0.665
3.00	1.500	0.087	:	9.00	14.200	0.821
4.00	1.500	0.087	:	10.00	12.600	0.728
5.00	8.200	0.474	:	11.00	7.040	0.407

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.	:	HORA	DEMANDA kW	DEMANDA pu.
12.00	7.650	0.442	:	18.00	15.800	0.913
13.00	7.500	0.434	:	19.00	17.300	1.000
14.00	7.860	0.454	:	20.00	17.200	0.994
15.00	6.700	0.387	:	21.00	14.300	0.827
16.00	11.200	0.647	:	22.00	8.300	0.480
17.00	12.440	0.719	:	23.00	2.300	0.133

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

DESEA REVISAR LOS RESULTADOS?
EN CASO AFIRMATIVO PRESIONE <ENTER>
EN CASO NEGATIVO PRESIONE <ESC>

ESTE PROGRAMA OBTIENE VALORES DEL FACTOR DE COINCIDENCIA
UTILIZANDO EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS, PARA LOS
SIGUIENTES TIPOS DE REGRESION:

1)LOGARITMICA: $y = a + b \cdot \ln(x)$

2)EXPONENCIAL: $y = a \cdot e^{(bx)}$

3)POTENCIAL: $y = a \cdot x^{(b)}$

4)ESPECIAL: $y = a + b\{1/(px+q)\}$

5)POLINOMIAL: $y = a + bx + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$

EL NUMERO MINIMO DE REGISTROS QUE PROCESA LA REGRESION 5 ES NM=5

EL NUMERO MINIMO DE REGISTROS QUE PROCESAN LAS OTRAS REGRESIONES ES NM=2

ESCOJA EL TIPO DE REGRESION A REALIZAR ESPECIFICANDO EL NUMERO ASIGNADO?

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 225 DATOS
CON UNA REGRESION DE TIPO LOGARITMICA:

$$y = a + b \cdot \ln(x)$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

$$a = .9788711$$

$$b = -3.682305E-02$$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

$$***** r^2 = .5821146 *****$$

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 225 DATOS
CON UNA REGRESION DE TIPO EXPONENCIAL:

$$y = a \cdot e^{(bx)}$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

$$a = .9511852$$

$$b = -5.576884E-03$$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

$$***** r^2 = .3617012 *****$$

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 225 DATOS
CON UNA REGRESION DE TIPO POTENCIAL:

$$y = a \cdot x^{(b)}$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

a = .9782933
b = -3.909561E-02

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

***** r^2= .5602668 *****

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

UD. HA ESCOGIDO LA REGRESION ESPECIAL,

ES DECIR: $y = a + b\{1/(p \cdot x + q)\}$

INGRESE EL VALOR DE 'p', QUE DEBE SER >0 Y <10? 2

INGRESE EL VALOR DE 'q', QUE DEBE SER >=0 Y <10? 3

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 225 DATOS
CON UNA REGRESION DE TIPO ESPECIAL:

$$y = a + b.\{1/(px+q)\}$$

SIENDO LOS VALORES DE p y q:

$$p = 2 \quad q = 3$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

$$a = .8657519$$

$$b = .6285361$$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

$$***** r^2= .6390911 *****$$

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 225 DATOS,
CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:

$$y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

$$a = 1.03432$$

$$b = -4.517118E-02$$

$$c = 4.638916E-03$$

$$d = -1.521374E-04$$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

$$***** r^2= .6538709 *****$$

SI DESEA SALIR DEL PROGRAMA PRESIONE <SI>, SI DESEA PROBAR OTRA REGRESION <NO>?

ANEXO No.A.2

EJEMPLO DE APLICACION DEL PROGRAMA ENERGIA.EXE

RESULTADOS OBTENIDOS

PROGRAMA PARA OBTENER LA RELACION
ENERGIA-DEMANDA, A PARTIR DEL AR-
CHIVO ENERGIA.DAT

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
PLANEAMIENTO PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE DEMANDA
DICIEMBRE 1989

ELABORADO POR: SANTIAGO CORDOVA VACA
DIRIGIDO Y SUPERVISADO POR: ING. MENTOR POVEDA

PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR

INGRESE EL NUMERO DE ESTRATOS PARA EL CUAL
SE HA CREADO EL ARCHIVO ENERGIA.DAT
RECUERDE QUE DEBE SER UN NUMERO ENTERO <=16

INGRESE EL NUMERO?

ESTE PROGRAMA PROCESA DATOS EN BASE A
 PROGRESIONES POLINOMIALES DE LAS FORMAS:

- 1) LINEAL: $y = a + bx$
 2) CUADRATICA: $y = a + bx + cx^2$
 3) CUBICA: $y = a + bx + cx^2 + dx^3$
 4) CUARTA POTENCIA: $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$

ESCOJA UNA DE LAS CUATRO REGRESIONES DE ACUERDO AL NUMERAL INDICADO
 NUMERAL:?

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 17 DATOS,
 CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:

$$y = a + b.x$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

$$a = .2468861$$

$$b = 4.232156E-03$$

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

$$***** r^2= .2473849 *****$$

PRESSIONE <ESC> PARA SALIR DEL PROGRAMA O <ENTER> PARA PROBAR OTRA REGRESION

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 17 DATOS,
CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:

$$y = a + b.x + c.x^2$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

a = 16.60969
b = -.1064146
c = 1.851474E-04

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

***** r^2= .6520687 *****

PRESSIONE <ESC> PARA SALIR DEL PROGRAMA O <ENTER> PARA PROBAR OTRA REGRESION

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 17 DATOS,
CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:

$$y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

a = 1.958461
b = 4.365094E-02
c = -3.233569E-04
d = 5.705016E-07

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

***** r^2= .676921 *****

PRESSIONE <ESC> PARA SALIR DEL PROGRAMA O <ENTER> PARA PROBAR OTRA REGRESION

ESTE PROGRAMA HA PROCESADO 17 DATOS,
CON EL TIPO DE REGRESION POLINOMIAL:

$$y = a + b.x + c.x^2 + d.x^3 + e.x^4$$

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:

a = 59.1084
b = -.3469464
c = -2.778817E-04
d = 4.725442E-06
e = -6.955816E-09

EL COEFICIENTE DE CORRELACION ELEVADO AL CUADRADO ES:

***** r^2= .7834582 *****

PRESSIONE <ESC> PARA SALIR DEL PROGRAMA O <ENTER> PARA PROBAR OTRA REGRESION