

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**TESIS DE GRADO**

**TITULO:**

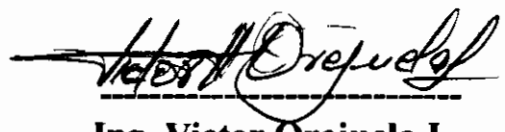
**Estudio de Demanda Para el Sistema de la Empresa  
Eléctrica Riobamba S. A. en Sectores Residenciales**

**Tesis Previa a la obtención del Título de Ingeniero  
Eléctrico en la Especialización de  
Sistemas Eléctricos de Potencia**

**Washington Jhony Vizquete Machado**

**Quito, Julio de 1998**

**Certifico que el presente trabajo de Tesis  
fue realizado en su totalidad por el Señor  
Washington Jhony Vizquete Machado**

A handwritten signature in black ink, reading "Victor Orejuela L.", written over a horizontal dashed line.

**Ing. Victor Orejuela L.**

## **DEDICATORIA**

**A Dios por la capacidad y fortaleza que me ha dado**

**A mis hijos por darme la razón de seguir adelante**

**A mi esposa por su gran amor y comprensión**

**A mis padres por inculcar en mí buenos principios y ejemplo de trabajo**

**A toda mi familia, por el apoyo constante que me han sabido brindar**

## **INDICE**

		Página
CAPITULO I	INTRODUCCION	
I.1	Introducción	1
I.2	Objetivo	2
I.3	Alcance	2
CAPITULO II	CARACTERISTICAS DE LA CARGA	
II.1	Introducción	4
II.2	Clasificación de las cargas	5
II.3	Definiciones Generales	8
II.4	Determinación de las características de la carga.	14
II.4.1	Requerimientos cuantitativos para la determinación de las características de la carga.	14
II.4.2	Métodos de estimación de la demanda Máxima	15
II.4.2.1	Método a base del análisis Probabilístico.	16
II.4.2.2	Métodos gráficos a base del promedio de demanda diversificada por consumidor.	17
II.4.2.3	Método práctico a base de los valores típicos del factor de demanda.	19

II.4.2.4	Método a base de la relación entre la demanda máxima y los KWH consumidos.	20
II.4.2.5	Método a base de la demanda Máxima Unitaria.	22
II.5	Las Mediciones de campo.	23
II.5.1	Clases de medidores.	24
II.5.1.1	Analizadores de Energía Eléctrica.	24
II.5.1.2	Amperímetro de Pinzas.	25
II.5.2	Clases de mediciones de campo.	26
II.5.2.1	Inspección en el punto de la carga.	26
II.5.2.2	Prueba de la demanda máxima.	27
II.5.2.3	Registro de la demanda.	28
II.5.3	Criterios de medición.	28
II.5.3.1	Tiempos de medición.	29
II.5.3.2	Planeación de las mediciones.	31
II.5.3.3	Selección de la muestra.	32
II.5.4	Elaboración del diagrama del circuito del transformador a medir.	35
II.5.5	programación de las mediciones.	37

### CAPITULO III ESTUDIOS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA EN SECTORES RESIDENCIALES.

III.1	Mediciones	42
III.1.1	Planeación de las mediciones.	42
III.1.2	Selección de la muestra.	43
III.1.3	Elaboración de diagramas.	45
III.1.4	Programación de las mediciones.	46
III.1.5	Mediciones en circuitos secundarios.	52

III.2	Depuración y Procesamiento de datos	57
III.2.1	Depuración	57
III.2.2	Resultados obtenidos.	58
III.2.3	Computo de acometidas y abonados por tramo y fase.	64
III.3	Evaluación de la exactitud y precisión de las mediciones de campo.	67
CAPITULO IV	DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE DEMANDA.	
IV.1	Determinación de la característica $D_{div}/AB$ vs N <sup>o</sup> de abonados.	69
IV.1.1	Tendencia.	69
IV.1.2	Ajuste.	69
IV.1.3	Dispersión.	70
IV.2	Determinación de la característica: crecimiento de abonados vs tiempo	73
IV.3	Determinación de otras características.	73
IV.3.1	Factores de Diversificación y Coincidencia.	73
IV.3.2	Carga Conectada.	74
IV.3.3	Factor de Demanda.	75
IV.3.4	Factor de Potencia.	75
IV.3.5	Demanda Media.	75
IV.3.6	Factor de Carga.	76
IV.4	Comparación y ajuste a los métodos usuales de estimación de la demanda.	76

CAPITULO V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
V.1	Conclusiones	87
V.2	Recomendaciones	88
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS.		

# CAPITULO I

## **INTRODUCCION**

### **I.1 INTRODUCCION**

La importancia y necesidad de una buena planificación en el área de distribución, está justificada por el hecho de que un gran porcentaje de la inversión total en un sistema eléctrico de potencia, corresponde a los sistemas de distribución.

Las características de la carga tienen gran importancia en lo que se refiere, a la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento en todo el sistema eléctrico. En nuestro país, para el diseño de redes de distribución ha sido práctica común el que las empresas eléctricas y otras instituciones encargadas del suministro de la potencia y energía eléctrica en áreas habitadas, hayan adoptado diversos métodos de estimación de la demanda; los que en general han tenido su origen en otros países cuyas condiciones naturales y humanas no necesariamente corresponden con las de nuestro medio.

Es así que los métodos más empleados para tales estimaciones, son los que se recomiendan en las Normas de INECEL (basados en las normas REA, USA), y las normas de la Empresa Eléctrica Quito S. A., y, otros recomendados



por textos de reconocida difusión, como el Transmission Data Book (Westinghouse). Sin embargo, estos métodos no han sido sometidos a evaluaciones que permitan determinar su grado de confiabilidad y aplicación a nuestros requerimientos.

## **I.2 OBJETIVO**

El objetivo de esta tesis es determinar las características de la carga eléctrica Residencial para el Sistemas de Distribución, de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A., en base a mediciones de campo.

## **I.3 ALCANCE**

Determinación de las demandas de diseño para el sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A. en sectores residenciales, basadas en las mediciones de campo, en donde se aplican todas las bases teóricas existentes para este propósito.

Se presenta una introducción general del tema, que contiene los fundamentos teóricos requeridos en este tipo de estudios de demanda; incluyendo clasificaciones, definiciones y métodos de estimación.

Se analiza los aspectos fundamentales a considerar en la etapa de medición, como son los medidores a disponer,

clase de medición realizada, los criterios empleados para una óptima medición, y la metodología seguida.

Se aplican los enunciados teóricos, al caso práctico de la carga residencial de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A., en base a mediciones de campo. Con los resultados se determinan las características de la demanda. Luego se realiza una comparación con cada uno de los métodos considerados, de manera que ofrezcan una aplicación correcta en el diseño de redes de distribución para estos sectores.

Al final se exponen las conclusiones y recomendaciones más importantes obtenidas del desarrollo de este trabajo.

## CAPITULO II

### **CARACTERISTICAS DE LA CARGA**

#### **II.1 INTRODUCCION**

Es de vital importancia determinar las características de la carga eléctrica en Sistemas de Distribución, por lo que es necesario conocer su comportamiento, para una adecuada planificación del sistema eléctrico que la sirve.

"Tanto en la planificación como en el diseño, se poseen algunas libertades en la selección de factores que intervienen en estas actividades; sin embargo, existe uno muy importante, sobre el cual el diseñador no tiene control; este factor constituye: la característica de la carga servida o a ser servida. Esta característica comprende: la demanda, el factor de demanda, el factor de pérdidas, el factor de diversificación, entre otros" [7].

El conocimiento de las características de las cargas y los métodos empleados para determinar la demanda, son de vital importancia, con miras a la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de un sistema eléctrico de distribución.

La determinación de las características de la carga se puede efectuar ya sea a partir de las mediciones de campo

ó, en base a estimaciones estadísticas de la demanda.

Para los sistemas eléctricos existentes, las características de la carga pueden obtenerse por cualquiera de las dos alternativas anteriores, no así para los sistemas nuevos, en los cuales se precisa comparar el sistema proyectado con sistemas existentes en que se disponga de datos de las características de la carga, para aplicar procesos estadísticos de estimación.

La actividad de determinar las características de la carga a partir de las mediciones de campo, contempla dos partes concretas:

- 1.- Elaboración de métodos de mediciones de campo adecuados para cada sistema.
- 2.- Implementación de procedimientos estadísticos aplicables a la estimación de los resultados obtenidos en las mediciones de campo.

## II.2 CLASIFICACION DE LAS CARGAS

La carga eléctrica puede ser clasificada a partir de diferentes puntos de comparación. Así, las principales clasificaciones que existen son las siguientes [7]:

- De acuerdo a la localización geográfica:
  - Central
  - Urbana

Suburbana

Rural

- De acuerdo al tipo de establecimiento del abonado:
  - Residencial
  - Comercial
  - Industrial
- Por la dependencia sobre el servicio eléctrico:
  - Crítica
  - Emergente
  - Normal
- Por los efectos sobre otras cargas, diseño y operación de sistemas:
  - Transitorio (cíclica y no cíclica)
  - Estacionaria (uniforme)

En nuestro medio se clasifica a la carga de acuerdo a varios factores a la vez:

- EERSA, Clasifica en R1, R2 y R3
- INECCEL, clasifica de acuerdo a la situación geográfica y al tipo de consumo [5]:

Primera categoría:	Comercial
	Residencial
	Residencial - Comercial
Segunda categoría:	Comercial
	Residencial
	Residencial - Comercial

Tercera Categoría:           Residencial - A  
 Cuarta Categoría:           Residencial - B  
 Quinta Categoría:           Poblaciones Pequeñas

La Empresa Eléctrica Quito S.A., clasifica con referencia a la "Tabulación del Reglamento de Zonificación", de acuerdo a la localización geográfica, frente de lote, área de lote, tipo de vivienda, coeficiente de utilización del suelo y recursos económicos (abonado representativo de mayores posibilidades), en los siguientes tipos:

USUARIO TIPO	ZONA TIPO
A	R.1 R.2 R.3A
B	R.3B R.4A R.4B
C	R.4C R.5A R.5B
D	R.5C R.5D R.5E
E	Consumidores dispersos o rurales

## II.3 DEFINICIONES GENERALES

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

### **CARGA**

Potencia activa o aparente entregada a un aparato o sistema eléctrico [2].

### **DEMANDA**

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 (KW), en kilovars (KVAR), en KVA, en amperios o en alguna otra unidad aplicable a la variable de carga [2].

### **INTERVALO DE DEMANDA**

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 puede 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 períodos más comunes, sobre los cuales se promedia la carga 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 [2].

### **DEMANDA MAXIMA**

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

Se debe tomar en cuenta que para definir una demanda máxima, se debe definir también el período durante el cual la demanda particular es la máxima de todas las demandas, esto es: diariamente, semanalmente, anualmente, etc [2].

### **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. Matemáticamente se expresa así [5]:



$$D_{div} = D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_N \quad (2.1)$$

#### DEMANDA NO COINCIDENTE

Es la suma de las demandas individuales de un grupo de cargas que no necesariamente están relacionadas entre si por un mismo intervalo. Matemáticamente se expresa como [5]:

$$D_{no-coin} = D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_N \quad (2.2)$$

#### FACTOR DE DEMANDA

El factor de demanda se define como la razón entre la demanda máxima de una instalación o sistema, en un período de tiempo dado, y la carga conectada correspondiente. Matemáticamente se expresa como [5]:

$$F_{dem} = \frac{D_{max}}{C_{con}} \quad (2.3)$$

#### FACTOR DE CARGA

El factor de carga se define como la razón entre la

demanda promedio sobre un periodo de tiempo designado, y la carga máxima ocurrida en ese periodo. Matemáticamente se expresa como [5]:

$$F_c = \frac{\bar{D}}{D_{\max}} \quad (2.4)$$

#### FACTOR DE DIVERSIDAD

Al factor de diversidad se le define como la razón entre la suma de demandas máximas individuales de un sistema, y la demanda máxima coincidente de todo el sistema. Matemáticamente se expresa como [5]:

$$F_{div}(N) = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_N}{D_{1+2+3+\dots+N}} \quad (2.5)$$

#### FACTOR DE COINCIDENCIA

Es la relación inversa del factor de Diversidad. Matemáticamente se expresa así [5]:

$$F_{coin}(N) = \frac{1}{F_{div}(N)} \quad (2.6)$$

### DEMANDA MEDIA

Es el número de KWH consumidos durante un período particular, divididos por el número de horas de ese período. Matemáticamente se expresa así [5]:

$$\bar{D} = \frac{\text{KWH consumidos}}{\# \text{ horas}} \quad (2.7)$$

### CARGA CONECTADA

La carga conectada es la suma de las potencias nominales de los aparatos y equipos consumidores de energía eléctrica conectados al sistema abastecedor [5].

### AREA TIPICA DE CARGA

Es una parte o sección de una población que tiene características más o menos uniformes en cuanto a construcciones, nivel económico de los usuarios y tipo de actividades que desarrollan [1].

### MUESTREO DE CARGA

Es la selección de áreas típicas de carga previamente clasificadas, para obtener una muestra representativa que contenga como mínimo la siguiente información: Número de

consumidores y el consumo total en el mes de mayor registro de la muestra en KWH [1].

### DENSIDAD DE CARGA

Este concepto se puede establecer en dos formas, una es como carga en KVA ó MVA por unidad de área ( $\text{Km}^2$ ) que es un método generalizado, y la otra que corresponde propiamente a un diseño de detalle que establece la densidad de carga como el número de KW por cada 100 metros de calle para suministrar el servicio [1].

### PRONOSTICO DE CARGA

Es la estimación de la carga futura en base a observaciones estadísticas de su comportamiento anterior. En los sistemas de distribución se hace el pronóstico basándose en dos índices conocidos como:

- Crecimiento horizontal : Este crecimiento se refiere al aumento de la demanda debido a la creación de nuevos conjuntos habitacionales, urbanizaciones y otras áreas residenciales, comerciales o industriales. Esto puede entenderse como el crecimiento del número de consumidores.

- Crecimiento vertical : Este crecimiento se refiere al aumento que se produce en la demanda en una área que ya cuenta con servicio eléctrico, y que puede ser motivado por los siguientes factores: reconstrucción de conjuntos

habitacionales y otras áreas residenciales, creación y/o ampliación de centros comerciales, Industrias, cambios climatológicos bruscos, modificación en la forma de vida y costumbres de los consumidores. Esto puede entenderse como el crecimiento del consumo [1].

## **II.4 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA**

### **II.4.1 REQUERIMIENTOS CUANTITATIVOS PARA LA DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE CARGA**

Los valores necesarios para determinar las características de la carga, se puede definir de las características básicas: la demanda máxima y la demanda promedio. Otras características de interés son las que involucran a grupos de cargas individuales como función de sus características básicas, tanto aisladamente como en grupo; estas son el factor de diversificación y el factor de carga.

Dentro del área urbana, las características que mayor interés revisten son las de carga residencial, frente a las cargas comercial e industrial, ya que su configuración predomina en la curva de carga urbana de la Empresa Eléctrica Riobamba, sobre los otros tipos de carga que presentan un comportamiento más predecible. Sin embargo, estas últimas cargas deberán ser cuidadosamente estimadas por su elevada influencia en la carga total.

Para la carga residencial las características de mayor utilización, son: la demanda máxima, el registro histórico de las demandas, el consumo de energía y el factor de carga. La obtención de estas características se realiza de la siguiente manera:

- Demanda máxima: en base a mediciones de campo y procedimientos estadísticos.
- Registro histórico de la demanda: de los archivos de la empresa suministradora del servicio. Se utiliza para el pronóstico de carga.
- Consumo de energía: de las planillas de consumo de la empresa suministradora del servicio. Se emplea para obtener la demanda promedio o la demanda máxima.
- Factor de carga: a partir de la demanda máxima y la demanda promedio, obtenidas anteriormente, y de acuerdo a la ecuación (2.4).

#### II.4.2 METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

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.

Las mediciones de campo para cargas simples y aún más para grupos de cargas, pueden demandar un costo considerable. Por tal motivo las características básicas que se obtienen de ellas (demandas máximas coincidentes e individuales del grupo, en diversos puntos de utilización) deben ser evaluadas con notable exactitud, de manera que la implementación de las otras características que de éstas se derivan, sea correcta y determinen una planificación óptima del sistema, para justificar así la inversión en tales mediciones.

Se han implementado diversos métodos de estimación de la demanda máxima, y algunos de ellos han sido adoptados por las empresas suministradoras de servicio, para aplicarlos a nuestro medio, los cuales se describen a continuación.

#### II.4.2.1 METODO A BASE DEL ANALISIS PROBABILISTICO [5]

La teoría de este método se basa en el estudio de las probabilidades y en las estadísticas históricas de zonas de características similares, a partir de que la variación de la carga en una red de distribución puede considerarse

en forma aproximada, como de distribución estadística normal durante los períodos de carga pico.

La expresión de la demanda pico o máxima como función de la energía total consumida en un año, es la siguiente:

$$D_{\max} = \frac{\bar{D}_i}{W_i} W + \left( \frac{D_i - \bar{D}_i}{\sqrt{W_i}} \right) \sqrt{W} \quad (2.8)$$

Donde:

$D_i$  valor máximo de la carga "i" durante el intervalo de máxima demanda.

$\bar{D}_i$  valor medio de la carga "i" durante el intervalo de máxima demanda.

$W_i$  consumo anual de energía en la carga "i".

$W$  consumo total anual de energía en las N cargas consideradas.

#### II.4.2.2 METODOS GRAFICOS A BASE DEL PROMEDIO DE DEMANDA DIVERSIFICADA POR CONSUMIDOR [5].

##### METODO 1

Considera la diversidad entre cargas similares, como también la no coincidencia de los máximos de las diferentes cargas, alumbrado y electrodomésticos, refrigeradora, calentador de agua, etc. Como otra



consideración se incluye el Factor de Variación Horaria (FVH) que no es mas que la relación entre la demanda diversificada de un tipo particular de carga a determinada hora, y la demanda máxima de esa misma carga.

Para la aplicación de este método se requieren los siguiente datos:

- Número de abonados, N
- Factor de Variación Horaria, FVH
- Saturación de cada clase de equipo expresada en p.u., S

El procedimiento para determinar la demanda máxima diversificada de un grupo de N abonados, es el siguiente :

- (1) Número de elementos de consumo:  $N * S$ .
- (2) Tomar las curvas de Apéndice I.1, la demanda máxima diversificada para (1).
- (3) Máxima demanda diversificada por clase de equipo:  $(2) * (1)$ .
- (4) Contribución de cada clase de equipo a la demanda máxima diversificada del grupo:  
 $(3) * FVH$ .
- (5) Demanda máxima diversificada del grupo de N abonados: suma de las contribuciones obtenidas en (4).

**METODO 2**

Utiliza las curvas del apéndice I.2, que nos indican las características del promedio de la demanda máxima por consumidor, para varios tipos de equipo.

Los datos necesarios para la aplicación de este método son:

- Número de abonados, N
- Saturación de cada clase de equipo expresada en p.u., S.

El procedimiento para determinar la demanda máxima diversificada de un grupo de N abonados, es el siguiente:

- (1) Número de elementos de consumo:  $N * S$
- (2) Tomar las curvas correspondientes de la máxima demanda diversificada para el valor (1).
- (3) Contribución de cada clase de equipo a la demanda máxima diversificada del grupo:  
(2) \* (1).
- (4) Demanda máxima diversificada del grupo de N abonados: suma de las contribuciones obtenidas en (3).

**II.4.2.3 METODO PRACTICO A BASE DE LOS VALORES TIPICOS DEL FACTOR DE DEMANDA [5].**

Considera la curva "factor de coincidencia" como función del número de abonados y los factores típicos de demanda

para cada tipo de servicio. Con estos datos, procede a determinar la demanda máxima diversificada de un grupo de N abonados.

Para aplicar este método, se requieren los siguientes datos:

- Número de abonados, N.
- Carga conectada por abonado expresada en KVA,  $C_{con}$ .
- Tipo de servicio: residencial, comercial o industrial.

El procedimiento para determinar la demanda máxima diversificada de un grupo de N abonados, es el siguiente:

- (1) Demanda máxima por abonado:  $C_{con} * F_{dem}$  (del apéndice I.3).
- (2) Tomar el  $F_{con}$  para N abonados, de la fig. A.1.3.
- (3) Demanda diversificada por abonado: (2) \* (1).
- (4) Demanda máxima diversificada del grupo de N abonados: (3) \* N.

#### II.4.2.4 METODO A BASE DE LA RELACION ENTRE LA DEMANDA MAXIMA Y LOS KWH CONSUMIDOS [5].

Considera el consumo mensual de energía de un abonado típico y el número de abonados, en base a estos datos determina la demanda máxima diversificada por número de

abonados.

Existen dos modalidades, las cuales utilizan como datos, el número de KWH consumidos y el número de abonados, N.

### I FORMA

Para determinar la demanda máxima diversificada se aplica la ecuación (2.9).

$$D_{div} = A * B \quad (2.9)$$

donde:

$$A = N (1 - 0.4 N + 0.4 \sqrt{N^2 + 40}) \quad (2.10)$$

$$B = 0.005925 * (E)^{0.85} \quad (2.11)$$

Siendo E = KWH/mes/abonado.

### II FORMA

Utiliza el monograma del apéndice I.4, en que intervienen tres parámetros:

- KWH/mes/abonado
- Demanda máxima diversificada (la incógnita).
- Número de abonados.

El trazado de una recta entre el número de consumidores y los KWH/mes/abonado, nos da la demanda máxima diversificada.

#### II.4.2.5 METODO A BASE DE LA DEMANDA MAXIMA UNITARIA [5].

Este método consiste en dividir categorías de abonados, con un máximo número de artefactos por categoría. Para cada caso particular, en base a factores como: centros urbanos desarrollados, división y uso del suelo, características de las obras de infraestructura prevista, etc., establece como resultado de un procedimiento, los valores de la demanda máxima unitaria para consideraciones de diseño. La capacidad nominal de cada uno de estos artefactos viene dada en una tabla similar a la del Apéndice I.5.

Existe además un factor de frecuencia de uso ( $FFU_n$ ) que es análogo al factor de saturación, así como un factor de diversidad que es función del número de abonados y viene dado en una tabla similar a la del Apéndice I.6.

El procedimiento es similar al que se sigue por el método citado en II.4.2.2 (Método 2) y obtiene la demanda máxima unitaria actual por consumidor representativo de un grupo de consumidores, los cuales presentan características predominantes homogéneas, como es general en un proyecto de construcciones residenciales.

Para hallar la demanda futura, que es lo que se requiere en un proyecto, este método utiliza la siguiente relación:

$$D_{futura} = D_{actual} * ( 1 + TI )^n \quad (2.12)$$

donde:

TI es la tasa de crecimiento anual, y

n es el número de años para el que se proyecta la demanda

## II.5 LAS MEDICIONES DE CAMPO

La actividad de realizar mediciones de campo para obtener los datos suficientes que se precisan en la determinación de las características de la carga, contempla el análisis de cuatro aspectos básicos directamente relacionados con el sistema en el que se pretende medir y con el tipo de valores que se desea obtener; estos son :

- Clases de Medidores.
- Clases de Mediciones.
- Criterios de Medición.
- Metodología para efectuar mediciones de campo.

Como resultado de este análisis se obtiene la alternativa mas adecuada sobre como efectuar la medición y como obtener el mayor beneficio de ella.

## II.5.1 CLASES DE MEDIDORES

La medición de los parámetros para determinar la demanda se realiza por medio de Analizadores de Energía y Pinzas voltamperimétricas.

### II.5.1.1 ANALIZADORES DE ENERGIA ELECTRICA.

Dentro de los analizadores de energía eléctrica existentes en el mercado, tenemos los fabricados por ELCONTROL, los cuales son los siguientes:

- VIPD/VIP96
- VIPD3/VIPD3-HV
- NANOVIP
- MICROVIP3
- VIP SYSTEM3

Cada uno de los cuales tienen diferentes funciones, la EERSA dispone del VIP SYSTEM3, el cual se utilizará para realizar parte de las mediciones de campo, una de las funciones importantes que dispone este equipo es que las mediciones tomadas se pueden almacenar en la memoria que dispone el equipo, y estos datos almacenados se pueden transferir a una computadora personal.

Otro Analizador de energía eléctrica es el fabricado por Westinghouse y es el IQ DATA PLUS II, el cual dispone de

15 parámetros de medida, dentro de los cuales están los más importantes como la Potencia activa en Watts, potencia reactiva en Vars, factor de potencia, Demanda Máxima, Frecuencia, Energía en Watt-hora, etc. Todas estas mediciones se pueden transferir a un computador personal.

Uno de los analizadores de energía fabricado por la SIEMENS es el 4300 Power Meter, el cual dispone de 20 parámetros de medida, como Potencia activa en KW total o por fase, factor de potencia, Demanda Máxima, Frecuencia, Energía en KWH, etc, todos ellos muy importantes, los cuales se pueden transferir a un computador personal.

Las características principales de estos analizadores de Energía se encuentran en el Apéndice X.

#### **II.5.1.2 AMPERIMETRO DE PINZAS**

Es un amperímetro al que se le ha incorporado un núcleo toroidal que actúa en forma de pinzas para abrazar un conductor, y en el cual se induce un flujo magnético de acuerdo a la corriente que circule por el conductor. El resto del mecanismo es similar al de un amperímetro común, pero este aditamento le permite obtener lecturas de corriente sin necesidad de abrir el circuito a medir.



## II.5.2 CLASES DE MEDICIONES DE CAMPO

Existen tres clases de mediciones de campo que son aplicables a diversos tipos de carga, y son los que a continuación se describen.

### II.5.2.1 INSPECCION EN EL PUNTO DE LA CARGA

Consiste en la medición cuantitativa de la carga mediante el empleo de instrumentos sin retardo. Normalmente esta prueba contempla únicamente la realización de mediciones de corriente y voltaje, por lo cual el instrumento más apropiado para ella, son las pinzas voltamperimétricas.

Esta medición es una de las menos costosas pero así mismo los datos obtenidos con ella son los menos confiables si se compara con los obtenidos por otros métodos. Además, provee información sólo del módulo de la corriente y voltaje en el intervalo de medición. Los datos de parte activa y reactiva de la corriente no se obtienen por este método.

Esta clase de medición requiere además información del ciclo de carga, en miras a que la medición se efectúe en el pico de la carga, este factor restringe el intervalo de prueba y el número de medidas.

### II.5.2.2 PRUEBA DE LA DEMANDA MAXIMA

La magnitud medida por este método es la demanda máxima y la instrumentación normalmente empleada consiste en un Analizador de Energía y, adicionalmente en el circuito de alta o baja tensión puede conectarse amperímetros del tipo térmico. Debe notarse que la aplicación de estos instrumentos debe hacerse en compatibilidad con la magnitud de la carga a medir y el voltaje al que van a ser instalados, de manera que no se excedan los rangos de medida ni aislamiento. De esta manera se evitan los riesgos para el equipo y para la continuidad de servicio del sistema.

El período de medición está en relación con el propósito de la misma y el número de instrumentos disponibles.

Si las demandas máximas de un grupo de cargas individuales van a ser correlacionadas, puede ser necesario restringir el período, en miras a que todos los valores sean aplicados sobre el mismo período discreto. Si hay un número insuficiente de instrumentos como para efectuar las mediciones simultáneamente, puede ser necesario reducir el período, con el propósito de obtener todas las mediciones bajo condiciones razonablemente similares.

La exactitud de una medición por el método de la demanda máxima tomada sobre un período menor a una semana, puede ser cuestionable.

### II.5.2.3 REGISTRO DE LA DEMANDA

Los datos más confiables a partir de los cuales se puedan determinar las características de la carga, se obtienen de mediciones tomadas en analizadores de energía.

Si bien los analizadores de energía son más costosos que los medidores o instrumentos indicadores, la aplicación de éstos puede resultar finalmente más económica. En el proceso de obtención de datos de demanda de un sistema, datos más confiables en un pequeño número de cargas puede ser menos costoso que una gran cantidad de datos de un elevado grupo de cargas obtenidos a partir de instrumentos indicadores.

Los datos obtenidos en analizadores de energía son más adaptables a correlaciones, ya que desde el intervalo de tiempo es incluido en la medición. Otra ventaja notable de los analizadores de energía sobre los indicadores de demanda es que el grupo de cargas registrado, puede ser obtenido a partir de registros tomados de las cargas individuales apartadas del grupo. Esto es importante, ya que las cargas individuales no necesitan estar correlacionadas entre sí.

### II.5.3 CRITERIOS DE MEDICION

En la realización de mediciones de campo existen dos

critérios, sobre los cuales pesa el éxito o fracaso de esta operación, los mismos que necesariamente tienen que ser fijados por el ingeniero planificador en base a consideraciones sobre lo que se desea evaluar.

Estos criterios son:

- Tiempos de Medición.
- Elementos de medición.

### II.5.3.1 TIEMPOS DE MEDICION

Este criterio radica en la determinación del intervalo y el período de medición.

A - INTERVALO : Es el tiempo en el cual la carga es promediada, el mismo que es determinado para cada aplicación particular.

La fijación del intervalo puede darse por la duración de la carga o por la constante de tiempo térmica de un elemento del sistema. En el primer caso, la carga podrá ser momentánea como en el caso de soldadoras, arranque de motores, etc. En el segundo, la capacidad de carga da la mayor parte de estos elementos (líneas, transformadores, etc.), se basa en incrementos "no peligrosos" de temperatura puesto que ésta no cambia instantáneamente con la carga, por lo que dichos elementos poseen tiempos relativamente largos hasta alcanzar límites apreciables de

temperatura.

De lo anterior se desprende que el intervalo deberá ser equilibrado según estas contingencias, por lo que generalmente se adoptan intervalos que oscilan entre los pocos minutos y una hora ó más. Sin embargo, los intervalos más usuales aplicados a mediciones en sistemas de distribución, para muestreo de abonados, son [9]:

- De 7 ó 15 minutos, para redes rurales, y
- De 15 ó 30 minutos, para redes urbanas.

B - PERIODO : Es el intervalo de tiempo durante el cual se realiza la medición de la demanda.

El período se divide en las siguientes categorías:

a) Corto Plazo

- Diario: Para fines de muestreo de abonados urbanos (Residenciales, Comerciales o Industriales)
- Semanal o Mensual: Para detectar el comportamiento de la carga en alimentadores primarios.
- Estacional: Para programar trabajos de operación y mantenimiento, ó para examinar cargas específicas.
- Anual: Para analizar la necesidad o no de una mayor generación, ó para reforzar la capacidad de transformación de una subestación.

b) Mediano Plazo

De dos a cuatro años: Para tomar en cuenta cambios en

la economía de la región, desarrollo industrial, agrícola, etc.

c) Largo Plazo

De cinco a diez años (o mayores): Para permitir la planeación de nuevas centrales, su instalación y operación en el sistema interconectado.

### II.5.3.2 PLANEACION DE LAS MEDICIONES

Antes de efectuar las mediciones de campo es necesario hacer una zonificación preliminar de la ciudad, en categorías de consumo. Las categorías fundamentales son: Residencial, Comercial e Industrial. Dentro de cada una de ellas pueden establecerse otras de acuerdo a las características de cada localidad.

Es posible que alguna zona especial se tenga que clasificar simplemente como: "Heterogénea", y en tal caso las mediciones, censos y análisis requerirán tratamiento especial. La zonificación se hará en base a la observación directa de la localidad, el análisis de las estadísticas de consumo existentes, los planes de desarrollo, las consultas con las autoridades de la localidad, y todas las demás fuentes de información accesibles.

Con esta planificación preliminar se planearán las mediciones y, en base a los resultados que se vayan

obteniendo, podrán hacerse modificaciones en dicha planeación.

La zonificación definitiva de la ciudad se realizará posteriormente, cuando se tengan los resultados definitivos de las mediciones realizadas en todos los sectores representativos de la ciudad.

### II.5.3.3 SELECCION DE LA MUESTRA

Es una buena aproximación utilizar como criterio de muestreo, un porcentaje del número de transformadores que sirve cada categoría de consumo, seleccionando los puntos de medida tal como se indica a continuación:

a) Número de transformadores a medir.

El ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica) recomienda tomar de acuerdo a la siguiente tabla:

# de Transformadores	% de transformadores a Medir
1 a 30	entre 100 % y 40 %
31 a 100	entre 40 % y 30 %
101 a 300	entre 30 % y 20 %
301 a 500	entre 20 % y 15 %
501 a 1.000	entre 15 % y 10 %
Más de 1.000	Menos del 10 %

Los anteriores porcentajes no se aplican a transformadores particulares o a transformadores que alimenten exclusivamente cargas especiales, para los cuales las medidas deben planearse de acuerdo a la naturaleza de las cargas, como se verá más adelante.

b) Número de transformadores a medir en cada categoría:

Según la pre-zonificación establecida, se debe tener un número de categorías diferentes cuyo comportamiento se va a conocer a través de las investigaciones.

El número de transformadores a medir, categoría por categoría, se determinará de acuerdo a las características de cada localidad y según los siguientes criterios:

- La suma final de los transformadores medidos en todas las categorías o estratos deberá ser, por lo menos, igual al número dado por la tabla anterior.
- En los sectores heterogéneos, si es necesario medirlos, se tomará una proporción mayor de transformadores con relación al total de dicho sector.
- Del total de transformadores en cada categoría se tomará un porcentaje mayor o menor según la magnitud



y homogeneidad de los estratos. El porcentaje que se tome de cada categoría será mayor en cuanto menos numerosos y más heterogéneos sean los estratos.

Nota : La homogeneidad de los estratos se asumirá en base a la pre-zonificación inicial, pero luego podrá ajustarse de acuerdo a los resultados que se vayan obteniendo de las investigaciones.

c) Número y selección de puntos de medida.

Para este estudio se diferenciará entre " Sitio de medida" y "Tramo de medida".

- Sitio de medida, es el lugar físico donde puede colocarse un operador a efectuar la medición (por ejemplo, un cruce o un poste).

- Tramo de medida, es cada una de las ramificaciones o derivaciones que llegan o que salen del sitio de medida (no se incluyen las acometidas).

Es de gran importancia la selección de los sitios de medida, pues se debe obtener datos suficientes para trazar las curvas. Debe buscarse que incluyan el máximo número de tramos de medida, pero en tal forma que aparezcan valores adecuadamente distribuidos a lo largo del intervalo entre 1 y 60 ó más consumidores, al reunir todos los datos de una misma categoría de consumo.

Para que todos los datos sean confiables, deben obtenerse varias medidas alrededor de un mismo número de consumidores, de manera que los valores que se adopten sean estadísticamente valederos.

Debe notarse que mientras menor sea el tamaño del grupo de consumidores, mayor debe ser el número de medidas para lograr igual grado de confiabilidad estadística.

d) Número de acometidas.

Como norma general se debe tomar el máximo número de acometidas posible. Sin embargo, se deberán medir como mínimo un 25 % de las acometidas de cada transformador seleccionado de acuerdo a la referencia (9).

#### **II.5.4 ELABORACION DEL DIAGRAMA DEL CIRCUITO DEL TRANSFORMADOR A MEDIR**

Una vez elegido un transformador a medir, es necesario elaborar el diagrama del circuito correspondiente.

En este diagrama unifilar se debe indicar todas las acometidas y abonados del transformador en referencia, clasificándolas por tipo de consumo y anotando la fase respectiva a la cual se encuentran conectadas.

Los abonados inmersos en este estudio son exclusivamente

monofásicos dos hilos (fase-neutro), pero la conexión del transformador es un sistema monofásico tres hilos, por lo que, se tiene valores para el total de abonados que toman de la una fase y para el total de abonados que toman de la otra fase.

Asimismo, en el diagrama del circuito del transformador a medir es necesario indicar las cargas especiales existentes en el mismo. También deben medirse las cargas especiales con el objeto de descontarlas en el análisis respectivo y tener así zonas de consumo homogéneas.

Como carga especial se entiende aquella que por las características de la acometida o por el consumo se aparta fundamentalmente de las demás existentes en el circuito respectivo.

Se puede presentar el caso de una acometida que alimenta un edificio de apartamentos que está tomada directamente de la red secundaria. En este caso, el número de suscriptores que debe tenerse en cuenta para el análisis es igual al número de apartamentos servidos por la acometida en consideración. A este respecto, debe observarse que lo importante es obtener datos de carga por consumidor servido, que esté efectivamente conectado a la red en el momento de efectuar las medidas.

## II.5.5 PROGRAMACION DE LAS MEDICIONES.

Se tomarán medidas en sitios diferentes de la red de distribución y de acometidas individuales, para períodos de tiempo que incluyan ampliamente el lapso de duración de la carga pico.

Para contabilizar el número de abonados por fase, un abonado se considera al que tiene un medidor en normal funcionamiento y que no esté desconectado de la red, se procede a sumar todos los abonados que están conectados a la fase 1, y los abonados que están conectados a la fase 2, es importante señalar que, en algunos casos, de una misma acometida se deriva a dos abonados, en estos casos se considera dos abonados en su respectiva fase.

Las medidas se deberán tomar en un período en el que queden incluidas las demandas pico en el sector correspondiente, de acuerdo a los criterios vistos en el Apartado II.5.3.1. Para carga residencial este período se considera generalmente entre las 18.00 y las 20.00 horas.

En el momento de la medición se deberá verificar si todos los abonados considerados en el tramo de medida potencialmente disponen del servicio; en caso contrario si se encuentran locales vacíos o suscriptores a los cuales la Empresa Eléctrica les haya suspendido el suministro de Energía, debe anotarse la ubicación respectiva, para

disminuirlos al efectuar el análisis de la demanda diversificada.

En los sistemas de distribución existen cargas que, por su magnitud, requieren transformadores independientes, los que generalmente se denominan como particulares. Para efectuar el análisis correcto de los alimentadores primarios, además de las medidas en los transformadores de distribución, es necesario efectuar mediciones en estos transformadores particulares y en la cantidad que sea conveniente para obtener los estimativos adecuados de las cargas especiales servidas por tales transformadores. Así mismo, deben efectuarse mediciones en los alimentadores primarios de los sistemas, cuando esto sea factible.

Los valores de demanda deberán ser anotados por el operador asignado a ese punto de medición ; y el resto de datos para la planilla adjunta en el Apéndice II.1.1, deberán ser llenados por el ingeniero encargado de las mediciones, en concordancia con las demás especificaciones descritas en este apartado.

El diseño del apéndice II.1.1 se realizó de acuerdo a las necesidades, para la determinación de la demanda diversificada, los detalles de dicho apéndice se informan a continuación:

Este apéndice contiene dos grupos importantes:

**PRIMER GRUPO**

En este grupo se detalla la información general como:

SECTOR : Nombre del sector en el cual se realiza las respectivas mediciones.

PUESTO DE MEDICION : Sitio específico donde se realiza la medición

MEDIDOR DE : Tipo de medidor que se utiliza para la medición.

MEDICION EN : Nos indica donde se realiza la medición ya sea en alta tensión o en baja tensión.

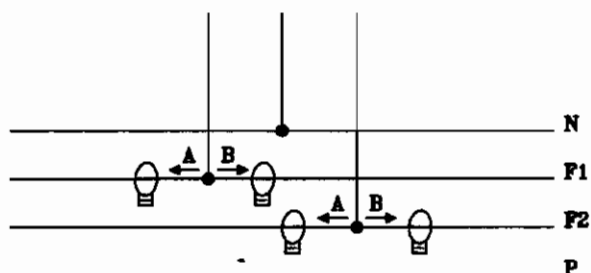
**SEGUNDO GRUPO**

En este grupo se debe anotar las respectivas mediciones tomadas por el personal encargado, las cuales son las siguientes:

HORA: Es la hora en realiza la toma de datos

CORRIENTE (AMPERIOS)

Las mediciones de corrientes se realizó de acuerdo al siguiente gráfico:



**FASE 1**

A : Es el lado izquierdo de la fase 1

B : Es el lado derecho de la fase 1

**FASE 2**

A : Es el lado izquierdo de la fase 2

B : Es el lado derecho de la fase 2

**ACOMETIDAS**

Medición de acometidas.

**VOLTAJE (VOLTIOS)**

F1-N : Voltaje de la fase 1 y el neutro.

F2-N : Voltaje de la fase 2 y el neutro.

A continuación se detalla otros datos importantes como el centro de transformación al que pertenece, número de abonados considerados, cargas de alumbrado público y potencia nominal de dichas cargas.

El diseño del apéndice II.1.2 se realizó para determinar la carga conectada de los abonados en estudio.

Los detalles se determinan a continuación:

Este apéndice contiene dos grupos importantes:

**PRIMER GRUPO**

Datos generales del abonado o consumidor como:

**SECTOR** : Sector en donde está ubicado el abonado.

**FECHA** : Fecha en la cual se realizó la encuesta de carga conectada.

**USUARIO TIPO** : tipo de usuario al que pertenece, R1, R2 y

R3 en el caso de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A.

### SEGUNDO GRUPO

En este grupo se detalla la potencia nominal de cada elemento consumidor de energía de los abonados en estudio.

#### ARTEFACTO

En este casillero se a colocado un listado de los artefactos comunes que utiliza el abonado tipo residencial.

1,2,3,4,5

Número de abonados encuestados, cabe señalar que se utilizó gran cantidad de este apéndice para realizar las encuestas de los 607 abonados, en los distintos sectores de estudio.

Cant.

Cantidad de artefactos que dispone un abonado.

Pn

Potencia nominal del artefacto consumidor de energía eléctrica.



## CAPITULO III

### **ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA EN SECTORES RESIDENCIALES**

#### **III.1 MEDICIONES**

.

##### **III.1.1 PLANEACION DE LAS MEDICIONES.**

La tarea previa para iniciar en este estudio fue la de determinar sectores residenciales representativos, dentro del área urbana de la ciudad de Riobamba. Para ello, se realizó la observación directa de diversos lugares, y la selección definitiva se concretó en base a las siguientes consideraciones:

- Sectores de abonados residenciales (tipo R1, R2 según las normas de la EERSA)
- Zonas de consumidores homogéneos.
- Redes secundarias apropiadas para la medición.
- Sectores de asentamiento poblacional no menor a 4 o 5 años.

De esta manera, los sectores escogidos para el estudio fueron:

- Ciudadela las Retamas.
- Ciudadela Cemento Chimborazo.
- Ciudadela Los Pinos.
- Ciudadela La Paz.

- Urbanización de Licán.

Las principales características físicas y técnicas que presentan tales sectores, se resumen en la tabla 3.1.

### III.1.2 SELECCION DE LA MUESTRA.

El número total de transformadores a medir, es menor a 30 ( ver apartado II.5.3.3), por lo que se debieron considerar todos ellos para la medición. En consecuencia,

- Número de transformadores a medir:

Ciudadela las Retamas.	3 Transformadores.
Ciudadela Cemento Chimborazo.	4 Transformadores.
Ciudadela Los Pinos.	3 Transformadores.
Ciudadela La Paz.	5 Transformadores.
Urbanización de Licán.	3 Transformadores.
	-----
TOTAL	18 Transformadores.

- Número y Selección de Puntos de Medida:

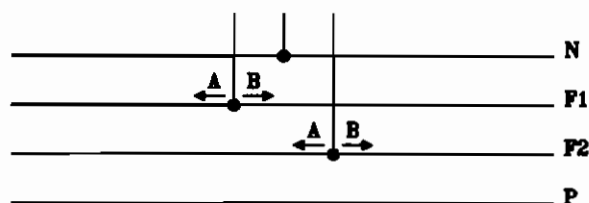
Sitios de Medida: Las salidas secundarias de los dieciocho transformadores utilizarán la siguiente nomenclatura:

Ciudadela las Retamas :	CT-01 a CT-03
Ciudadela Cemento Chimborazo :	CT-04 a CT-07
Ciudadela Los Pinos:	CT-08 a CT-10
Ciudadela La Paz:	CT-11 a CT-15
Urbanización de Licán:	CT-16 a CT-18

**TABLA 3.1 CARACTERISTICAS FISICAS Y ELECTRICAS DE LOS SECTORES DE ESTUDIO**

#	CARACTERISTICA	LAS RETAMAS	CEMENTO CH.	LOS PINOS	LA PAZ	LICAN
1	Ubicación	Ciudadela "Las Retamas"	Ciudadela "Cemento CH."	Ciudadela "Los Pinos"	Ciudadela "La Paz"	Ciudadela "Licán"
2	Area/lote, promedio (M2)	150-250	150-250	100-200	<120	<120
3	frente Mínimo/lote promedio	10	10	10	6	6
4	Asentamiento	10 Años	7 Años	10 Años	6 Años	10 Años
5	Vivienda tipo	Unifamiliar	Unifamiliar	Unifamiliar	Unifamiliar	Unifamiliar
6	Usuario tipo	R1, R2, R3	R1, R2	R1, R2	R1, R2	R1, R2
7	S/E de abastecimiento	SUBESTACION 2	SUBESTACION 2	SUBESTACION 2	SUBESTACION 1	SUBESTACION 1
8	Alimentador primario	A 3/2	A. San Andrés	A 3/2	A 5/1	A 3/1
9	Nivel de Tensión	13.8 KV	13.8 KV	13.8 KV	13.8 KV	13.8 KV
10	Circuito secundario	1Ø + N + P	1Ø + N + P	1Ø + N + P	1Ø + N + P	1Ø + N + P
11	Nivel de tensión	120/240	120/240	120/240	120/240	120/240
12	#. Transformadores de Dist	3	4	3	5	3
13	Alumbrado Público	P= 125 W ; V=240	P= 125 W ; V=240	P= 125 W y P=400 ; V=240	P= 125 W y P=400 ; V=240	P= 125 W y P=400 ; V=240
		Vapor de Mercurio	Vapor de Mercurio	Vapor de Mercurio y de Ne	Vapor de Mercurio y de Na	Vapor de Mercurio y de Na

- Tramos de Medida: En las redes secundarias de los transformadores fueron previstas mediciones en los dos lados de la salida secundaria del transformador de acuerdo a la siguiente nomenclatura:



- Número de acometidas: Se contabilizaron todas las acometidas por fase en cada poste y en todos los tramos de los cinco sectores.

Es de notar que en estos sectores se constató que una acometida domiciliaria alimenta a uno o más medidores, por lo que se hizo necesario contabilizar el número de medidores de cada acometida.

- Número de abonados : corresponde al número de medidores contabilizados.

### III.1.3 ELABORACION DE DIAGRAMAS.

Se elaboraron, con anterioridad a las mediciones, los diagramas de Alimentador Primario, Circuito Secundario, Alumbrado Público, Acometidas y número de Abonados, en base a la observación directa de las correspondientes redes de cada sector. Posteriormente, en la fecha en que se efectuaron las mediciones se realizaron las respectivas correcciones a los valores del plano de Acometidas y Número de Abonados, ya que en algunos casos se produjeron

variaciones como incremento de acometidas, lámparas que salieron de funcionamiento, etc.

#### III.1.4 PROGRAMACION DE LAS MEDICIONES.

- **Tiempos de Medición :** De los datos de registro de carga a nivel de Subestaciones (Subestaciones 1 y 2) de la EERSA y de mediciones de carga a nivel de primarios efectuados por la misma empresa (ver Apéndice III), se determinó como día de Máxima demanda, el intervalo Lunes - Viernes de cada semana, por lo que se fijó las mediciones para los días jueves y viernes del mes de Septiembre de 1996.

- **Período:** De la misma fuente se determinó que las horas de demanda máxima oscilan entre las 18:45 y 20:15 (6:45 y 8:15 p.m.), por lo que este lapso se consideró como período para las mediciones.

- **Intervalo:** Se adoptó un intervalo de 15 minutos en concordancia con lo estipulado por el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica.

Con este intervalo se programó el analizador de energía, el cual promedia la demanda en dicho intervalo (15 minutos).

- **Clase de Medición :** Para este estudio, se aplicó la Medición tipo Inspección en el sitio de la carga (Apartado II.5.2.1), mediante el empleo de pinzas voltamperímetros,

el analizador de Energía tipo VIP SYSTEM 3, un móvil con todo el equipo para trabajar en redes de distribución y equipo de protección para todo el personal, como cascos, guantes, cinturón etc.

La toma de mediciones de campo se realizó con un grupo de planta de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A. conformada por 5 personas de los cuales tres son linieros con mucha experiencia, un chofer y el jefe del proyecto.

Previo a realizar las respectivas mediciones de campo se capacitó al personal en donde se indicó los sitios de medición y que parámetros son los que se deben tomar, también se realizó la verificación y calibración de los respectivos equipos.

Antes de realizar las mediciones de campo, todo el personal debe sincronizar los relojes, para así proceder a realizar las respectivas mediciones.

Debido a la dificultad para obtener el suficiente número de analizadores de energía necesarios para las mediciones, Se realizó una comparación de los datos obtenidos con las pinzas voltamperimétricas con los de un analizador de energía tipo VIP SYSTEM 3 en dos sitios de medida como se detalla en la tabla 3.2. en el gráfico 3.1. y en el gráfico 3.2.

De acuerdo al gráfico 3.1 que corresponde a la ciudadela "Las Retamas" se tiene un error relativo que varía desde el -18 % al 16 % y según el gráfico 3.2 de la ciudadela "la Paz" se tiene un error relativo que varía desde el -29 % al 8 %.

Por lo que se considera que la utilización de pinzas voltamperimétricas dá suficiente aproximación para propósitos de la investigación.

En el Apéndice XI se realiza un análisis del costo total de este proyecto.

**TABLA 3.2**

**CUADRO COMPARATIVO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS CON ANALIZADOR DE ENERGIA (AE) Y PINZAS VOLTAMPERIMETRICAS (PV).**

**CIUDADELA "LAS RETAMAS" (CT-03)**

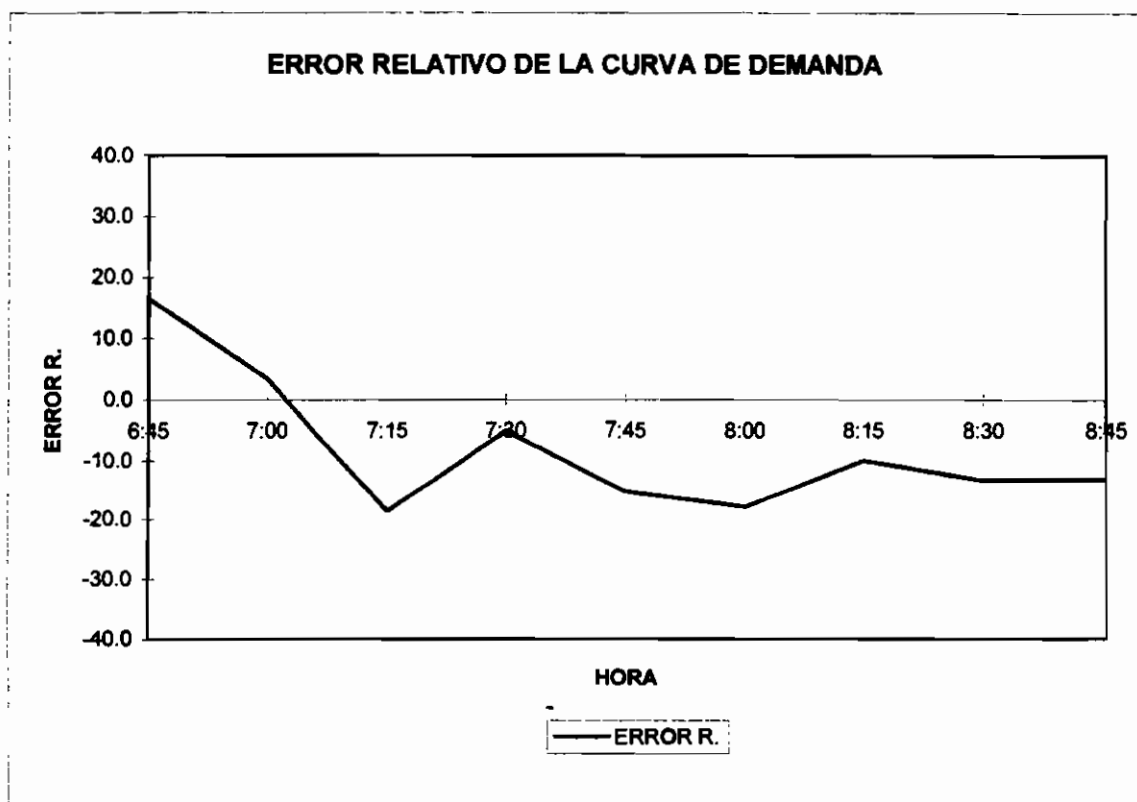
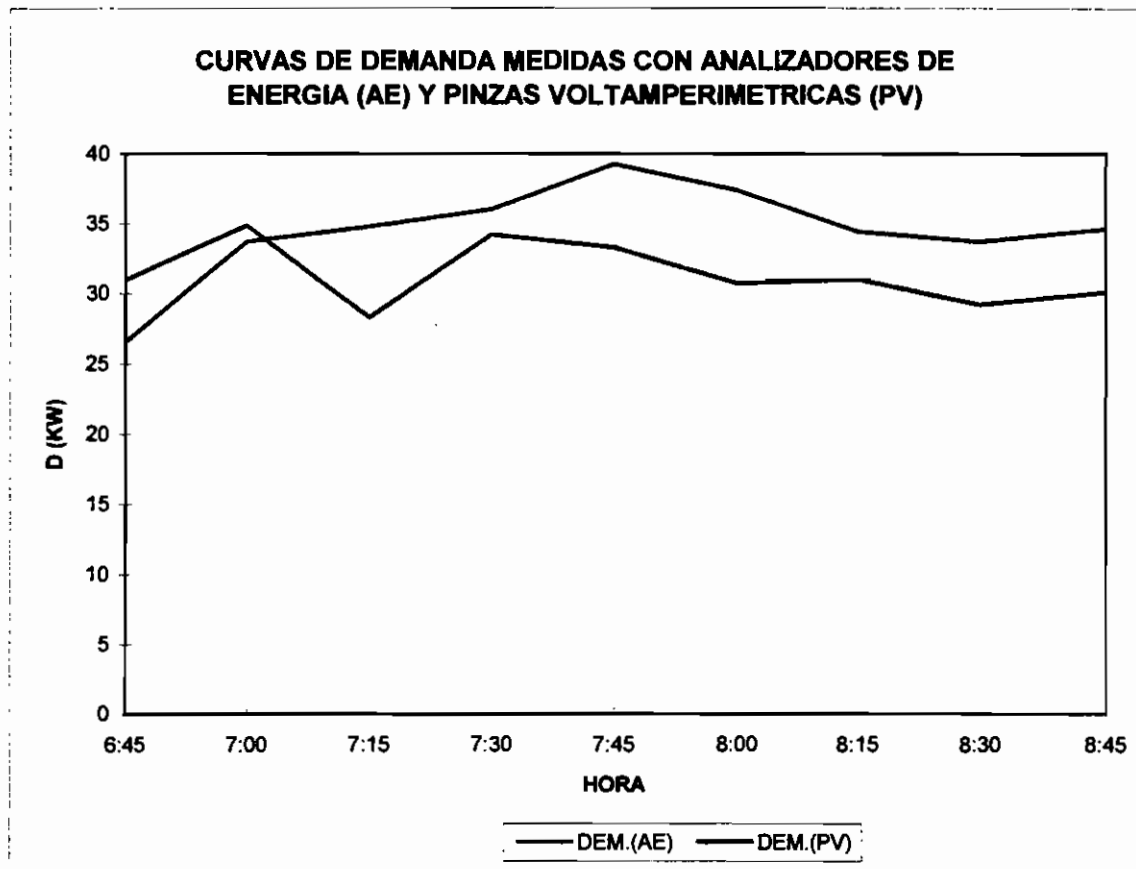
HORA	VOLTAJE (V)		CORRIENTE (A)		POTENCIA (KW)	
	AE	PV	AE	PV	AE	PV
6:45	115.2	114.5	248.00	291.0	26.57	30.98
7:00	115.1	115.5	314.92	324.8	33.71	34.88
7:15	114.9	113.4	325.48	268.4	34.78	28.32
7:30	114.1	112.4	339.54	327.3	36.03	34.22
7:45	113.3	112.4	372.79	318.5	39.28	33.30
8:00	114.6	113.4	351.10	291.3	37.42	30.73
8:15	113.4	114.5	326.66	291.3	34.45	31.01
8:30	114.8	114.5	315.84	274.6	33.72	29.23
8:45	115.7	113.4	322.02	285.4	34.65	30.11

**CIUDADELA "LA PAZ" (CT-11)**

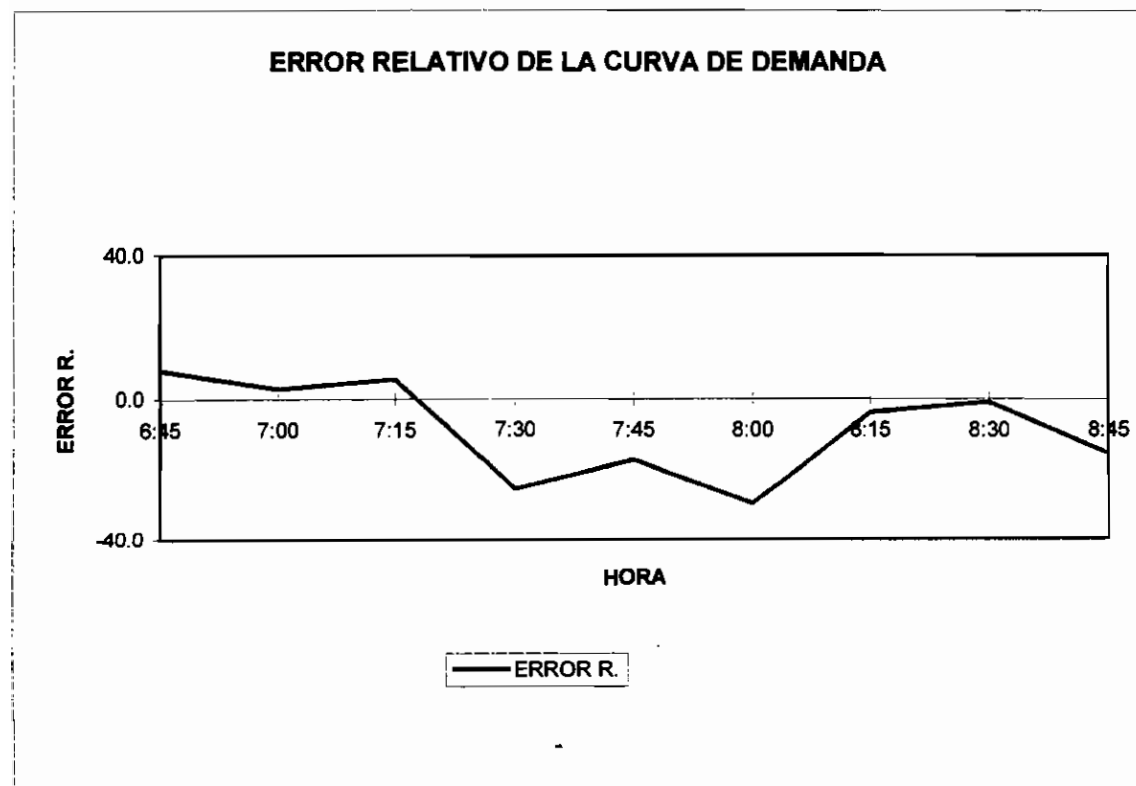
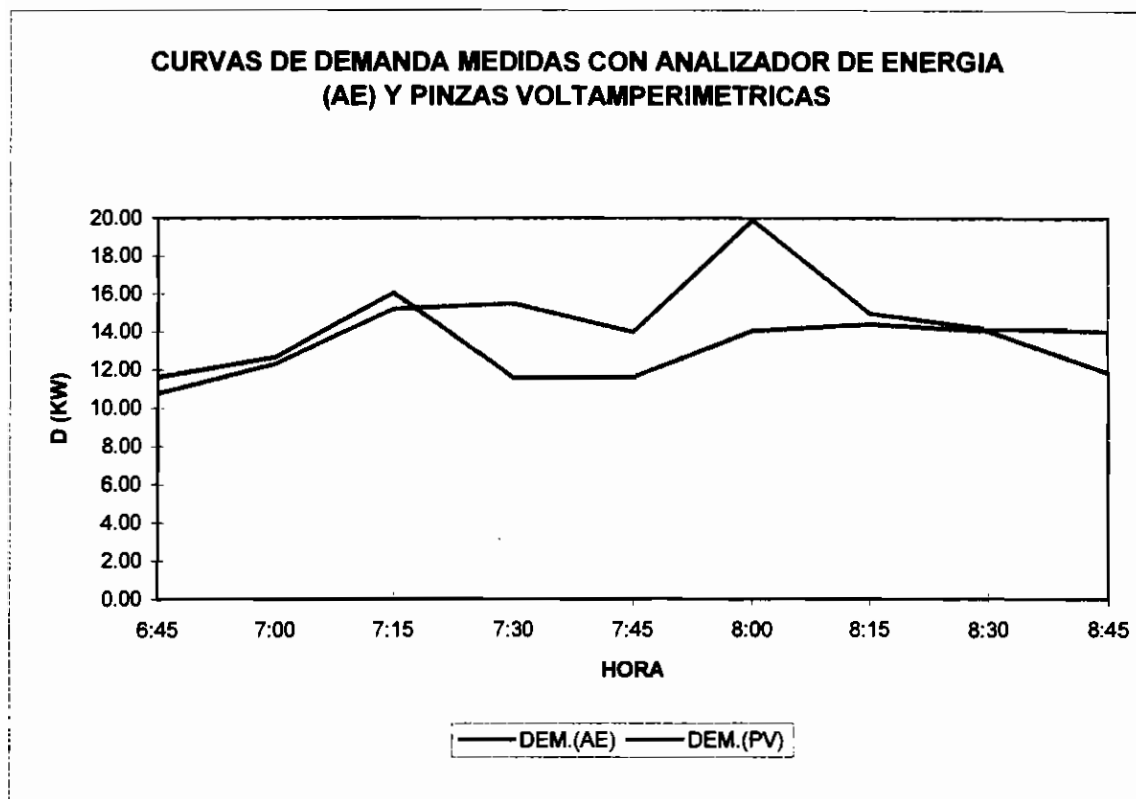
HORA	VOLTAJE (V)		CORRIENTE (A)		POTENCIA (KW)	
	AE	PV	AE	PV	AE	PV
6:45	119.0	117.0	97.26	106.9	10.76	11.63
7:00	118.8	118.0	111.55	115.6	12.33	12.69
7:15	118.2	118.0	138.46	146.5	15.22	16.08
7:30	117.8	118.0	141.44	105.6	15.50	11.59
7:45	118.4	119.0	127.23	105.2	14.01	11.64
8:00	118.0	119.0	181.29	127	19.90	14.06
8:15	118.6	119.0	135.86	130.3	14.99	14.42
8:30	118.4	118.0	128.69	128.1	14.17	14.06
8:45	118.8	119.0	126.99	107.4	14.03	11.89



**GRAFICO 3.1**  
**CIUDADELA "LAS RETAMAS"**



**GRAFICO 3.2**  
**CIUDADELA "LA PAZ"**



Los resultados de las mediciones eléctricas sobre la red secundaria de distribución; realizada con el grupo de trabajo de la EERSA se detalla en la siguiente tabla.

**TABLA 3.3**  
**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DIRECTAS**  
**SOBRE LA RED SECUNDARIA DE DISTRIBUCION**

HORA (PM)	CENTRO DE TRANSF.	CORRIENTE (A)				VOLTAJE (V)		ACOMETIDAS (Amp)	
		F1		F2		F1-N	F2-N	1	2
		A	B	A	B				
6:45	CT-01	73.2	65.2	66.3	52.3	116	115	0.71	1.11
7:00		72.8	65.5	61.3	50.9	116	115	2.28	1.13
7:15		88.3	96.2	80.9	74.3	115	114	0.59	1.50
7:30		86.6	68.8	71.9	64.2	115	114	3.17	3.87
7:45		72.2	67.1	87.2	96.6	113	112	0.50	1.12
8:00		71.2	58.9	85.2	66.9	113	113	0.58	1.50
8:15		70.4	72.7	84.9	73.2	112	113	0.55	1.46
8:30		65.4	56.3	83.4	78.7	112	114	1.36	1.07
8:45		65.9	73.7	82.2	66.7	115	115	1.42	1.02
6:45	CT-02	2.0	46.0	14.0	42.0	112	112	11.00	4.00
7:00		2.0	46.0	15.0	43.0	111	111	11.00	4.00
7:15		2.0	48.0	20.0	44.0	111	111	12.00	5.00
7:30		2.0	44.0	15.0	43.0	111	111	11.00	6.00
7:45		4.0	89.0	15.0	52.0	110	112	11.00	5.00
8:00		2.0	89.0	13.0	60.0	110	111	11.00	4.00
8:15		5.0	54.0	17.0	50.0	111	111	8.00	4.00
8:30		3.0	78.0	16.0	55.0	110	111	9.00	4.00
8:45		3.0	81.0	13.0	53.0	112	112	10.00	4.00
6:45	CT-03	29.0	120.0	22.0	120.0	114	115	2.70	0.90
7:00		35.5	124.4	25.9	139.0	115	116	2.70	0.90
7:15		21.9	135.9	23.2	87.4	113	113	3.00	0.90
7:30		25.8	184.8	22.1	94.6	111	112	3.50	0.90
7:45		26.7	187.3	17.9	86.6	112	112	3.90	0.90
8:00		26.6	166.6	21.4	76.7	113	113	4.00	0.90
8:15		23.5	156.4	25.6	85.8	113	115	3.60	0.90
8:30		24.5	146.4	18.5	85.2	112	115	3.60	0.90
8:45		30.5	150.9	21.5	82.5	113	113	3.60	0.90

**TABLA 3.3 (Continuación)**

**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DIRECTAS  
SOBRE LA RED SECUNDARIA DE DISTRIBUCION**

HORA (PM)	CENTRO DE TRANSF.	CORRIENTE (A)				VOLTAJE (V)		ACOMETIDAS (Amp)	
		F1		F2		F1-N	F2-N	1	2
		A	B	A	B				
6:45	CT-04	32.0	17.1	50.2	30.4	111	111	1.30	0.50
7:00		58.7	18.0	52.5	34.1	110	110	1.50	0.20
7:15		38.6	19.9	50.8	35.4	111	110	1.80	0.40
7:30		32.6	19.6	52.0	34.8	111	110	1.70	0.50
7:45		42.5	24.5	54.8	30.9	110	110	3.00	3.10
8:00		38.0	23.0	40.8	33.7	111	111	1.30	2.30
8:15		31.3	22.6	45.8	39.4	111	110	2.60	12.80
8:30		35.3	21.3	55.2	38.6	110	111	2.70	4.60
8:45		37.2	24.1	45.8	39.3	110	110	1.20	3.20
6:45	CT-05	27.8	28.4	13.9	15.6	109	109	6.30	6.23
7:00		23.5	20.3	21.0	16.5	109	109	6.11	6.29
7:15		27.0	26.5	24.5	16.8	109	110	6.28	10.94
7:30		22.3	17.1	22.7	18.8	109	109	6.42	7.80
7:45		27.6	28.7	23.6	21.2	108	108	6.83	14.32
8:00		22.6	22.9	26.7	26.1	111	110	7.60	14.83
8:15		27.9	26.1	29.5	22.5	110	110	5.19	9.53
8:30		22.1	22.4	28.0	20.4	110	111	6.85	12.18
8:45		26.7	26.8	24.7	23.6	111	111	5.13	10.13
6:45	CT-06	19.0	1.5	27.0	1.0	116	116	4.00	5.00
7:00		20.0	2.0	28.0	1.0	116	116	5.00	6.00
7:15		20.0	2.0	30.0	1.0	115	115	5.00	7.00
7:30		32.0	1.5	29.0	0.5	115	115	4.50	5.00
7:45		27.0	1.5	36.0	0.2	115	115	5.80	6.40
8:00		28.0	1.5	38.0	0.0	115	115	6.20	12.40
8:15		23.0	1.5	31.0	0.5	115	115	4.20	5.00
8:30		23.0	1.5	33.0	0.5	115	115	6.70	3.00
8:45		25.0	1.5	25.0	0.5	116	116	9.50	5.00
6:45	CT-07	23.0	1.0	20.0	3.0	112	111	1.00	4.00
7:00		32.0	1.0	27.0	5.0	111	111	2.00	4.00
7:15		33.0	1.0	57.0	5.0	111	110	3.00	3.90
7:30		27.0	1.0	27.0	3.0	112	110	1.00	2.00
7:45		25.0	0.0	49.0	3.0	111	110	1.00	0.00
8:00		25.0	0.0	28.0	3.0	111	110	1.00	0.00
8:15		26.0	0.0	22.0	4.0	111	110	1.00	0.00
8:30		25.0	0.0	30.0	5.0	112	112	1.00	0.00
8:45		27.0	0.0	21.0	3.0	112	111	1.00	0.00

**TABLA 3.3 (Continuación)**  
**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DIRECTAS**  
**SOBRE LA RED SECUNDARIA DE DISTRIBUCION**

HORA (PM)	CENTRO DE TRANSF.	CORRIENTE (A)				VOLTAJE (V)		ACOMETIDAS (Amp)	
		F1		F2		F1-N	F2-N		
		A	B	A	B			1	2
6:45	CT-08	110.0		167.0		117	116	2.30	2.60
7:00		110.9		167.9		117	114	2.50	2.90
7:15		111.5		171.5		116	114	0.30	2.30
7:30		148.6		146.3		115	116	2.70	2.40
7:45		118.9		176.4		117	115	1.00	0.50
8:00		122.7		184.6		118	116	6.10	0.30
8:15		118.5		168.6		118	116	9.20	0.40
8:30		127.8		139.8		117	116	9.90	0.30
8:45		112.6		176.5		117	115	9.80	0.30
6:45	CT-09	24.0	37.0	38.0	40.0	113	113	7.00	5.00
7:00		26.0	39.0	41.0	40.0	114	113	7.00	5.00
7:15		37.0	37.0	40.0	38.0	114	113	8.00	6.00
7:30		34.0	38.0	43.0	40.0	114	114	8.00	6.00
7:45		31.0	51.0	44.0	45.0	115	115	8.00	6.00
8:00		33.0	52.0	43.0	35.0	115	115	8.00	7.00
8:15		32.0	54.0	41.0	40.0	115	115	10.00	6.00
8:30		25.0	53.0	48.0	39.0	115	115	7.00	4.00
8:45		24.0	36.0	44.0	39.0	115	115	5.00	4.00
6:45	CT-10	14.6	14.4	23.8	22.5	116	116	5.58	2.24
7:00		15.5	14.3	23.5	22.2	116	116	5.11	2.22
7:15		17.2	16.2	23.2	21.9	116	116	4.72	2.33
7:30		21.1	20.1	22.3	29.9	114	114	4.01	2.30
7:45		22.4	21.8	21.5	20.6	113	113	6.47	2.30
8:00		22.7	22.3	22.4	21.3	114	114	1.00	2.36
8:15		24.4	22.9	22.5	21.1	117	117	4.50	2.37
8:30		22.1	21.2	18.7	17.6	118	118	3.38	2.31
8:45		20.8	19.8	16.6	15.5	118	118	3.48	2.40
6:45	CT-11	39.6	8.4	30.5	22.0	117	118	4.00	2.30
7:00		40.6	8.9	34.9	24.2	118	118	5.00	2.80
7:15		38.6	14.8	40.8	22.7	118	117	6.40	2.80
7:30		43.8	8.3	29.7	23.8	118	118	3.00	2.70
7:45		39.4	10.6	31.0	24.2	119	118	3.90	4.20
8:00		37.8	23.6	40.5	25.1	119	119	2.10	2.80
8:15		42.8	17.9	36.7	32.9	119	119	1.90	4.50
8:30		39.5	15.0	37.3	36.3	118	119	4.00	4.40
8:45		33.6	13.8	29.6	30.4	119	119	4.00	4.40

**TABLA 3.3 (Continuación)**  
**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES ELECTRICAS DIRECTAS**  
**SOBRE LA RED SECUNDARIA DE DISTRIBUCION**

HORA (PM)	CENTRO DE TRANSF.	CORRIENTE (A)				VOLTAJE (V)		ACOMETIDAS (Amp)	
		F1		F2		F1-N	F2-N	1	2
		A	B	A	B				
6:45	CT-16	35.0	9.0	17.0	18.0	110	111	4.00	4.00
7:00		38.0	11.0	20.0	19.0	110	111	5.00	4.00
7:15		39.8	11.8	21.5	19.8	110	111	5.87	4.70
7:30		30.2	15.6	25.5	22.4	110	111	5.89	4.80
7:45		38.7	12.2	30.3	19.9	110	111	4.24	2.24
8:00		42.3	11.4	31.7	21.3	110	110	4.45	3.45
8:15		43.6	10.3	32.5	20.7	111	111	3.80	3.35
8:30		37.3	7.7	29.8	17.6	112	112	3.30	1.85
8:45		38.5	7.6	29.6	19.9	113	114	3.26	1.56
6:45	CT-17	36.2	23.4	16.8	14.6	111	111	2.00	2.50
7:00		40.6	26.5	16.3	16.6	110	110	2.00	2.50
7:15		37.8	27.9	21.8	16.4	110	110	2.00	2.50
7:30		39.1	26.9	26.3	15.3	110	110	2.50	3.00
7:45		31.9	28.7	25.4	14.7	110	109	2.50	3.00
8:00		38.2	29.6	27.2	18.3	109	110	2.50	2.50
8:15		33.9	26.8	22.4	16.0	110	110	1.50	2.00
8:30		37.7	25.5	26.7	14.0	110	110	1.50	1.00
8:45		31.3	22.5	22.6	18.2	111	111	1.50	1.00
6:45	CT-18	42.0	38.0	48.0	13.0	109	112	1.00	1.50
7:00		44.0	42.0	52.0	14.0	106	112	1.00	1.50
7:15		48.0	46.0	55.0	15.0	106	113	1.50	2.50
7:30		45.0	45.0	58.0	16.0	108	112	1.00	2.00
7:45		48.0	31.0	52.0	15.0	108	112	3.00	3.00
8:00		50.0	34.0	48.0	18.0	109	113	4.00	1.00
8:15		50.0	30.0	50.0	17.0	109	112	4.00	3.00
8:30		50.0	30.0	46.0	20.0	108	112	4.00	1.00
8:45		42.0	31.0	44.0	17.0	109	111	4.00	1.00

### III.2 DEPURACION Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

#### III.2.1 DEPURACION.

Después de realizar las respectivas mediciones en los sectores en estudio y realizando un análisis de los mismos, noté que en algunas secciones se realizó las mediciones de abonados monofásicos 3 hilos y abonados monofásicos 2 hilos, por lo que se procedió a separar las secciones de abonados monofásicos 3 hilos, por lo tanto todos los cálculos y análisis se realiza para abonados monofásicos 2 hilos (fase-neutro), y analizando las mediciones de los ramales CT-06-B, CT-07-B(F1) y CT-16-B(F1) en el sitio mismo de dichas tomas se observó que dichos abonados no son homogéneos, por lo que también se separan estas mediciones, quedando así las siguientes secciones:

Ciudadela "Las Retamas"

CT-01-A, CT-02-A, CT-03-A

Ciudadela "Cemento Chimborazo"

CT-04-A, CT-04-B, CT-05-B, CT-06-A, CT-07-B(F2).

Ciudadela "Los Pinos"

CT-09-B, CT-10-B.

Ciudadela "La Paz"

CT-11-A, CT-11-B, CT-12-A, CT-12-B, CT-13-A, CT-13-B.

CT-14-A, CT-14-B, CT-15-A, CT-15-B.

"Licán"

CT-16-A, CT-16-B(F2), CT-17-A, CT-17-B, CT-18-A, CT-18-B.

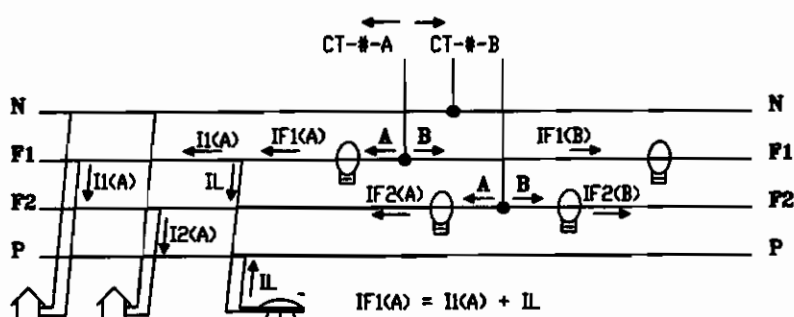
Los equipos utilizados para realizar este tipo de mediciones son los adecuados, por lo tanto, para el procesamiento de datos se han tomado todas las mediciones realizadas con las pinzas voltamperimétricas de acuerdo a las secciones descritas anteriormente. Cabe señalar que se realizó una inspección directa en los sitios donde se realizaron las mediciones, en dos sitios de medición se tuvo que mover acometidas porque dificultaba la toma de datos.

### III.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS.

En la tabla 3.4 que se encuentra a continuación, se resumen los datos obtenidos de las mediciones de campo efectuadas en los cinco sectores de estudio, así como ciertas correlaciones entre estos valores, con miras a obtener resultados más evidentes.

Los datos agrupados en esta tabla se resumen así:

Columna (1): Tramo considerado, de acuerdo al siguiente gráfico.





Columna (2): Fase respectiva F1 y F2 para cada tramo, ya que el sistema que se midió es monofásico tres hilos (N, F1, F2), como se indica en el gráfico anterior.

Columna (3): Módulo del total de la corriente de fase que absorbe el tramo, en amperios.

Columna (4): Demanda diversificada total en KW.

$$D_{div\ TOT} = |V_{f-n}| |I_{TOT}| \cos\phi$$

donde:

$V_{f-n}$  es el módulo del voltaje fase - neutro promedio, obtenido de las mediciones en dicha sección.

$\cos\phi$  es el factor de potencia promedio, obtenido del analizador de energía, cuyo valor es 0.93.

Columna (5) : Demanda por concepto de alumbrado público, por tramo y fase; en esta investigación se ha encontrado dos tipos de luminarias, una de ellas es de 125 vatios de vapor de mercurio (Hg) y la otra de 400 vatios de vapor de sodio (Na). Se han contabilizado todas las conexiones de luminarias a las fases en cada tramo. Así mismo todas las luminarias conectadas a cada hilo piloto. Para no incurrir en error, se ha distribuido la mitad de la potencia nominal de cada luminaria a la fase y la otra mitad al hilo piloto. La carga del hilo piloto se

considera en el tramo y fase en el que éste toma su alimentación.

El total de luminarias conectadas en el sistema se especifica en la tabla 3.4a.

Por lo expuesto anteriormente se tiene:

$$D_{AP} (5) = \# LUM * 0.0625 KW \quad (3.1)$$

$$D_{AP} (5) = \# LUM * 0.200 KW$$

Columna (6) : Demanda diversificada por concepto de abonados:

$$D_{div AB} (6) = D_{TOT} (4) - D_{AP} (5) \quad (3.2)$$

Columna (7) : Número de abonados por fase (ver en detalle el apartado III.2.3)

Columna (8) : Demanda diversificada por abonados:

$$D_{div/AB} = \frac{D_{AB} (6)}{\# AB (7)} \quad (3.3)$$

**TABLA 3.4**  
**RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES DE CAMPO**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TRAMO	FASE	I TOTAL (A)	D div(Kw) Total	Dap(Kw)	Dab(Kw)	# Ab.	Ddiv/Ab (Kw/Ab)
CT-01-A	F1	88.3	9.362	0.250	9.112	9	1.01
	F2	87.2	9.245	0.063	9.182	9	1.02
CT-02-A	F1	5	0.517	0.063	0.454	1	0.45
	F2	20	2.067	0.000	2.067	4	0.52
CT-03-A	F1	35.5	3.690	0.375	3.315	6	0.55
	F2	25.9	2.692	0.000	2.692	5	0.54
CT-04-A	F1	58.7	6.029	0.375	5.654	11	0.51
	F2	54.8	5.628	0.000	5.628	11	0.51
CT-04-B	F1	24.5	2.516	0.438	2.079	4	0.52
	F2	39.4	4.047	0.813	3.234	5	0.65
CT-05-B	F1	28.7	2.909	0.125	2.784	4	0.70
	F2	26.1	2.646	0.313	2.333	3	0.78
CT-06-A	F1	32	3.432	0.438	2.995	8	0.37
	F2	38	4.076	0.500	3.576	10	0.36
CT-07-B	F1	1	0.103	0.063	0.041	1	0.04
	F2	5	0.516	0.000	0.516	1	0.52
CT-09-B	F1	54	5.742	0.188	5.554	11	0.50
	F2	45	4.785	0.188	4.597	9	0.51
CT-10-B	F1	22.9	2.466	0.313	2.153	3	0.72
	F2	29.9	3.219	0.313	2.907	5	0.58
CT-11-A	F1	43.8	4.820	0.250	4.570	9	0.51
	F2	40.8	4.490	0.000	4.490	13	0.35
CT-11-B	F1	23.6	2.597	0.188	2.410	7	0.34
	F2	36.3	3.995	0.438	3.557	8	0.44
CT-12-A	F1	18.1	1.991	0.188	1.804	6	0.30
	F2	23.5	2.585	0.313	2.273	7	0.32
CT-12-B	F1	18.3	2.013	0.125	1.888	6	0.31
	F2	31.7	3.487	0.000	3.487	8	0.44
CT-13-A	F1	23.4	2.563	0.188	2.376	7	0.34
	F2	31.4	3.439	0.000	3.439	7	0.49
CT-13-B	F1	22.6	2.476	0.125	2.351	6	0.39
	F2	32.3	3.538	0.313	3.225	12	0.27
CT-14-A	F1	27	3.005	0.313	2.692	5	0.54
	F2	40	4.452	0.838	3.614	10	0.36

**TABLA 3.4 (CONTINUACION)**  
**RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES DE CAMPO**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
TRAMO	FASE	I TOTAL (A)	D div(Kw) Total	Dap(Kw)	Dab(Kw)	# Ab.	Ddiv/Ab (Kw/Ab)
CT-14-B	F1	25	2.782	0.525	2.257	5	0.45
	F2	42	4.674	0.000	4.674	8	0.58
CT-15-A	F1	28	2.938	0.188	2.751	7	0.39
	F2	45	4.722	0.250	4.472	11	0.41
CT-15-B	F1	15	1.574	0.063	1.511	4	0.38
	F2	18	1.889	0.000	1.889	4	0.47
CT-16-A	F1	43.6	4.501	0.063	4.438	9	0.49
	F2	32.5	3.355	0.063	3.292	5	0.66
CT-16-B	F1	15.6	1.610	0.600	1.010	13	0.08
	F2	22.4	2.312	0.600	1.712	10	0.17
CT-17-A	F1	40.6	4.158	0.438	3.720	13	0.29
	F2	27.2	2.785	0.125	2.660	6	0.44
CT-17-B	F1	29.6	3.031	0.525	2.506	7	0.36
	F2	18.3	1.874	0.838	1.036	2	0.52
CT-18-A	F1	50	5.118	0.250	4.868	16	0.30
	F2	58	5.937	0.000	5.937	19	0.31
CT-18-B	F1	46	4.708	0.125	4.583	10	0.46
	F2	20	2.047	0.375	1.672	7	0.24

**TABLA 3.4a**  
**LUMINARIAS TOTALES CONECTADAS EN EL SISTEMA**

TRAMO	F1-P	F1-F2	UBIC. RELE
CT-01-A	3	1	
CT-01-B	4	0	R
CT-02-A	1	0	
CT-02-B	9	0	R
CT-03-A	6	0	
CT-03-B	13	4	R
CT-04-A	6	0	
CT-04-B	5	2	R
CT-05-A	3	3	
CT-05-B	1	1	R
CT-06-A	7	0	R
CT-06-B	1	0	
CT-07-A	7	0	R
CT-07-B	1	0	
CT-08	9(400)	11	R
CT-09-A	2(400)	3	R
CT-09-B	0	3	
CT-10-A	0	2	
CT-10-B	0	5	
CT-11-A	4	0	
CT-11-B	3	0	R
CT-12-A	3	0	R
CT-12-B	2	0	
CT-13-A	3	0	
CT-13-B	2	0	R
CT-14-A	5	0	R
CT-14-B	2+2(400)	0	
CT-15-A	3	0	R
CT-15-B	1	0	
CT-16-A	0	1	
CT-16-B	3(400)	0	R
CT-17-A	5	2	
CT-17-B	1+2(400)	1	R
CT-18-A	4	0	
CT-18-B	2	0	R

Todas las luminarias de 125 w, excepto las que se especifica (400 W)

### III.2.3 COMPUTO DE ACOMETIDAS Y ABONADOS POR TRAMO Y FASE

El computo de acometidas realizadas en los sectores en estudio se determinan en la tabla 3.5

**TABLA 3.5**

CENTRO DE TRANSFORMACION	ACOMETIDAS		ABONADOS			TOTAL ABONADOS
	POSTE	NUMERO ACOMET.	F1-N	F2-N	F1-F2-N	
CT-01 - A	P1	4	3	2	0	5
	P3	1	0	1	0	1
	P23	5	3	3	0	6
	P24	6	3	3	0	6
TOTAL		16	9	9	0	18
CT-02 - A	P3	4	1	4	0	5
TOTAL		4	1	4	0	5
CT-03 - A	P27	4	3	2	0	5
	P31	1	1	0	0	1
	P33	4	2	3	0	5
TOTAL		9	6	5	0	11
CT-04 - A	P3	1	0	1	0	1
	P23	6	3	3	0	6
	P24	2	1	1	0	2
	P25	2	1	1	0	2
	P26	2	1	1	0	2
	P27	4	3	2	0	5
	P28	4	2	2	0	4
TOTAL		21	11	11	0	22
CT-04 - B	P2	3	3	3	0	6
	P1	2	1	2	0	3
TOTAL		5	4	5	0	9
CT-05 - B	P4	3	1	2	0	3
	P3	3	3	1	0	4
TOTAL		6	4	3	0	7
CT-06 - A	P6	4	1	3	0	4
	P7	3	1	2	0	3
	P16	3	1	2	0	3
	P17	4	4	3	0	7
	P18	1	1	0	0	1
TOTAL		15	8	10	0	18
CT-06 - B	P5	3	3	2	0	5
TOTAL		3	3	2	0	5
CT-07 - B	P7	1	1	1	0	2
TOTAL		1	1	1	0	2
CT-09 - B	P15	5	3	3	0	6
	P16	8	4	4	0	8
	P17	4	3	2	0	5
	P18	1	1	0	0	1
TOTAL		18	11	9	0	20
CT-10 - B	P7	3	1	2	0	3
	P8	2	1	1	0	2
	P12	3	1	2	0	3
TOTAL		8	3	5	0	8

TABLA 3.5 (CONTINUACION)

CENTRO DE TRANSFORMACION	ACOMETIDAS		ABONADOS			TOTAL ABONADOS
	POSTE	NUMERO ACOMET.	F1-N	F2-N	F1-F2-N	
CT- 11 - A	P4	2	0	2	0	2
	P35	5	2	3	0	5
	P37	2	2	0	0	2
	P38	7	3	4	0	7
	P39	6	2	4	0	6
TOTAL		22	9	13	0	22
CT- 11 - B	P1	2	1	1	0	2
	P2	7	3	4	0	7
	P3	6	3	3	0	6
TOTAL		15	7	8	0	15
CT- 12 - A	P5	1	0	1	0	1
	P6	1	0	1	0	1
	P29	2	1	1	0	2
	P30	9	5	4	0	9
TOTAL		13	6	7	0	13
CT- 12 - B	P32	6	3	3	0	6
	P33	6	2	4	0	6
	P34	2	1	1	0	2
TOTAL		14	6	8	0	14
CT- 13 - A	P23	3	1	2	0	3
	P24	9	5	4	0	9
	P25	2	1	1	0	2
TOTAL		14	7	7	0	14
CT- 13 - B	P7	2	0	2	0	2
	P26	7	2	5	0	7
	P27	6	2	4	0	6
	P28	3	2	1	0	3
TOTAL		18	6	12	0	18
CT- 14 - A	P17	5	1	4	0	5
	P18	9	4	5	0	9
	P19	1	0	1	0	1
TOTAL		15	5	10	0	15
CT- 14 - B	P8	1	1	0	0	1
	P20	7	2	5	0	7
	P21	5	2	3	0	5
TOTAL		13	5	8	0	13
CT- 15 - A	P10	1	0	1	0	1
	P11	6	2	4	0	6
	P12	3	2	1	0	3
	P13	2	1	1	0	2
	P15	6	2	4	0	6
TOTAL		18	7	11	0	18
CT- 15 - B	P16	7	4	4	0	8
TOTAL		7	4	4	0	8
CT- 16 - A	P13	3	1	2	0	3
	P12	6	5	1	0	6
	P11	5	3	2	0	5
TOTAL		14	9	5	0	14

TABLA 3.5 (CONTINUACION)

CENTRO DE TRANSFORMACION	ACOMETIDAS		ABONADOS			TOTAL ABONADOS
	POSTE	NUMERO ACOMET.	F1-N	F2-N	F1-F2-N	
CT- 16 - B	P4	2	2	0	0	2
	P5	1	1	0	0	1
	P6	2	0	2	0	2
	P7	1	1	0	0	1
	P8	5	2	3	0	5
	P10	4	0	4	0	4
	P3	2	2	0	0	2
	P2	1	1	0	0	1
	P1	1	0	1	0	1
	P47	2	2	0	0	2
P48	2	2	0	0	2	
TOTAL		23	13	10	0	23
CT- 17 - A	P13	2	2	0	0	2
	P14	2	1	1	0	2
	P15	3	2	1	0	3
	P22	1	1	0	0	1
	P23	3	2	2	0	4
	P26	4	4	0	0	4
	P27	3	1	2	0	3
TOTAL		18	13	6	0	19
CT- 17 - B	P17	2	1	1	0	2
	P19	2	1	1	0	2
	P20	1	1	0	0	1
	P21	4	4	0	0	4
TOTAL		9	7	2	0	9
CT- 18 - A	P30	4	3	1	0	4
	P31	8	2	6	0	8
	P32	4	1	3	0	4
	P33	4	3	1	0	4
	P39	1	0	1	0	1
	P40	5	2	3	0	5
	P41	4	2	2	0	4
	P42	5	3	2	0	5
TOTAL		35	16	19	0	35
CT- 18 - B	P27	3	2	1	0	3
	P28	1	0	1	0	1
	P45	5	4	2	0	6
	P43	1	1	0	0	1
	P29	5	3	2	0	5
P46	1	0	1	0	1	
TOTAL		16	10	7	0	17



### III.3 EVALUACION DE LA EXACTITUD Y PRECISION DE LAS MEDICIONES DE CAMPO.

Los diversos dispositivos utilizados para medir y comparar magnitudes no son completamente exactos y los datos que proporcionan, no resultan absolutamente correctos. Es decir, se producen siempre errores de medición debido a los errores de fabricación, errores ambientales, errores de montaje, errores personales, etc.

En este estudio antes de realizar las respectivas mediciones, se realizó la calibración de todos los equipos, y la selección de una escala adecuada, para obtener datos con una buena precisión.

El analizador de energía y las pinzas voltamperimétricas digitales utilizadas en dichas mediciones presentan una gran precisión por lo que los datos tomados por estos equipos son muy confiables, ya que por otro lado, el personal de la Empresa Eléctrica Riobamba fue capacitado para la realización de estas mediciones de campo.

Una vez efectuadas las operaciones previas se procedió a la realización de la medición propiamente dicha siguiendo los siguientes pasos:

a) Estudio del esquema de conexiones.

Es necesario trazar detalladamente el esquema de las conexiones que se utilizará, en este esquema debe incluir todos los equipos que se van a utilizar, como aparatos de

medida.

b) Preparar los cuadros de valores de las mediciones.

Todas las mediciones deben anotarse de forma sencilla, completa y sistemática. Para ello se ha diseñado cuadros de valores (ver apéndice II.1.1), los cuales fueron preparados, de acuerdo a las necesidades y antes de las mediciones.

c) Realización de las mediciones, de acuerdo a lo planificado y con los equipos necesarios.

Los datos obtenidos con el analizador de energía son datos de voltaje, corriente, potencia y factor de potencia, tanto de la fase 1, como de la fase 2. Y los datos obtenidos con las pinzas voltamperimétricas son de voltaje y corriente de la fase 1 y la fase 2, cabe señalar que el sistema que se midió es monofásico 3 hilos (N, F1, F2).

## CAPITULO IV

### **DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE DEMANDA**

#### **IV.1 DETERMINACION DE LA CARACTERISTICA D<sub>1v</sub>/AB vs. # de ABONADOS.**

##### **IV.1.1 TENDENCIA.**

De los valores de D<sub>1v</sub>/AB obtenidos en la tabla 3.4 se observa que para un mismo número de abonados se tiene valores diferentes de D<sub>1v</sub>/AB, por lo que se realiza el promedio de dichos valores. Ordenando estos valores, se observa que decrecen conforme aumenta el número de abonados, lo cual ha inducido a seleccionar tres tendencias que decrecen exponencialmente:

I Curva Exponencial de la forma  $Y = a e^{bx}$  (4.1)

II Curva Logarítmica de la forma  $Y = a + b \ln(X)$  (4.2)

III Curva Potencial de la forma  $Y = a X^b$  (4.3)

##### **IV.1.2 AJUSTE.**

Las formas ecuacionales seleccionadas han sido ajustadas a los valores de D<sub>1v</sub>/AB de la tabla 3.4 mencionados anteriormente mediante el método de regresión, el cual utiliza el apéndice VII, obteniéndose los resultados que

se indican en la tabla 4.1.

#### IV.1.3 DISPERSION.

Hallando valores calculados para los números de abonados que presentan también valores medidos y hallando la varianza y desviación estándar para cada tendencia (ver detalle en Apéndice IV), se obtiene :

TABLA 4.1 Selección de la tendencia adecuada.

TENDENCIA	AJUSTE		DISPERSION		
	a	b	S <sup>2</sup>	S	r
$Y = a e^{bx}$	0.6072	-0.0406	0.0125	0.1119	-0.6731
$Y = a + b \ln(X)$	0.6300	-0.0942	0.0142	0.1194	-0.5262
$Y = a X^b$	0.6584	-0.2238	0.0155	0.1246	-0.5803

En consecuencia, la tendencia  $Y = a e^{bx}$  se ajusta mejor a los datos medidos, con los datos respectivos queda:

$$Y = 0.6072 * e^{(-0.0406 * X)} \quad (4.2')$$

La figura 4.1 indica estas tres tendencias en el diagrama de dispersión de los datos.

La figura 4.2 indica la tendencia (4.2') por separado, dichas curvas se muestran a continuación:

FIG. 4.1 DIAGRAMA DE DISPERSION DE DATOS Y CURVAS DE TENDENCIA

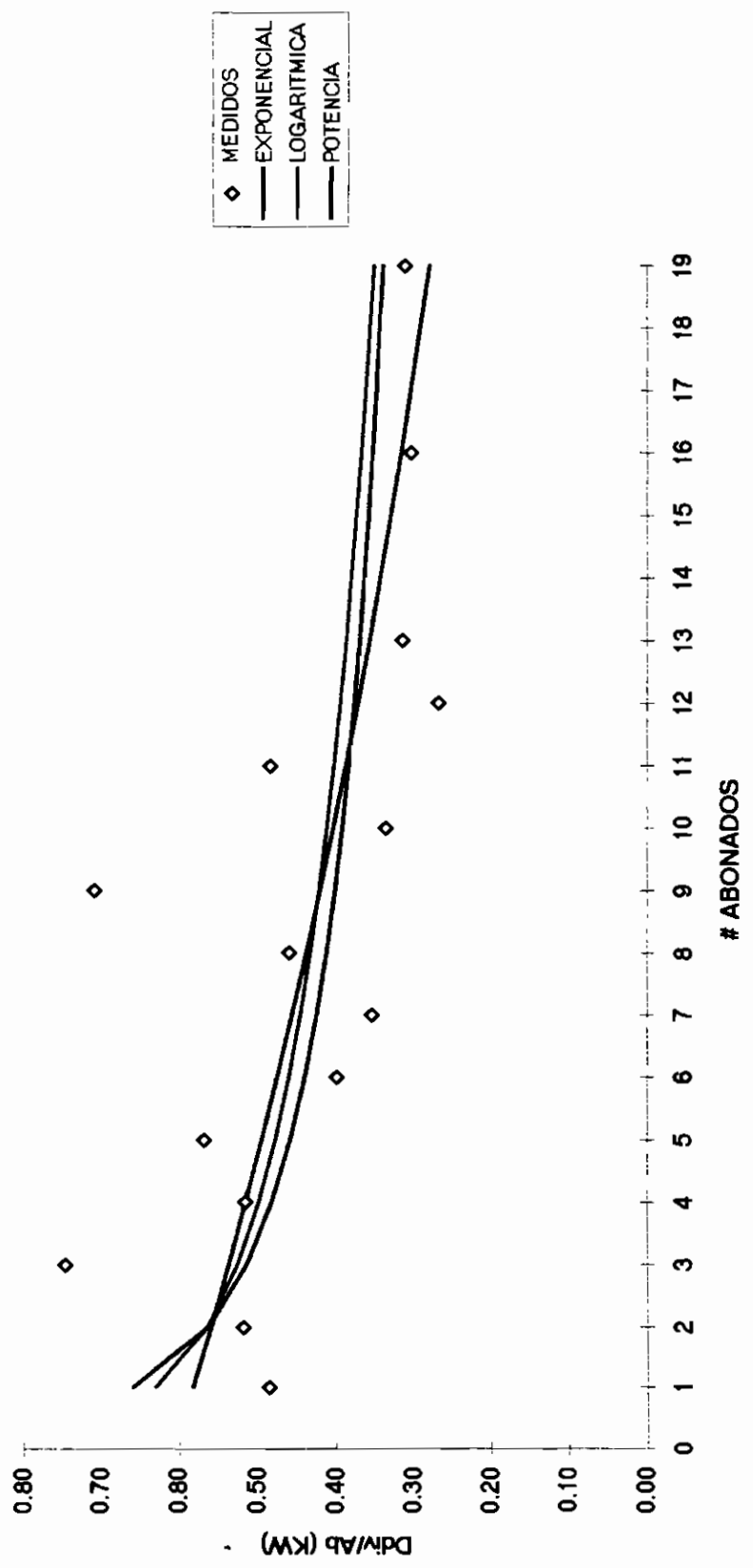
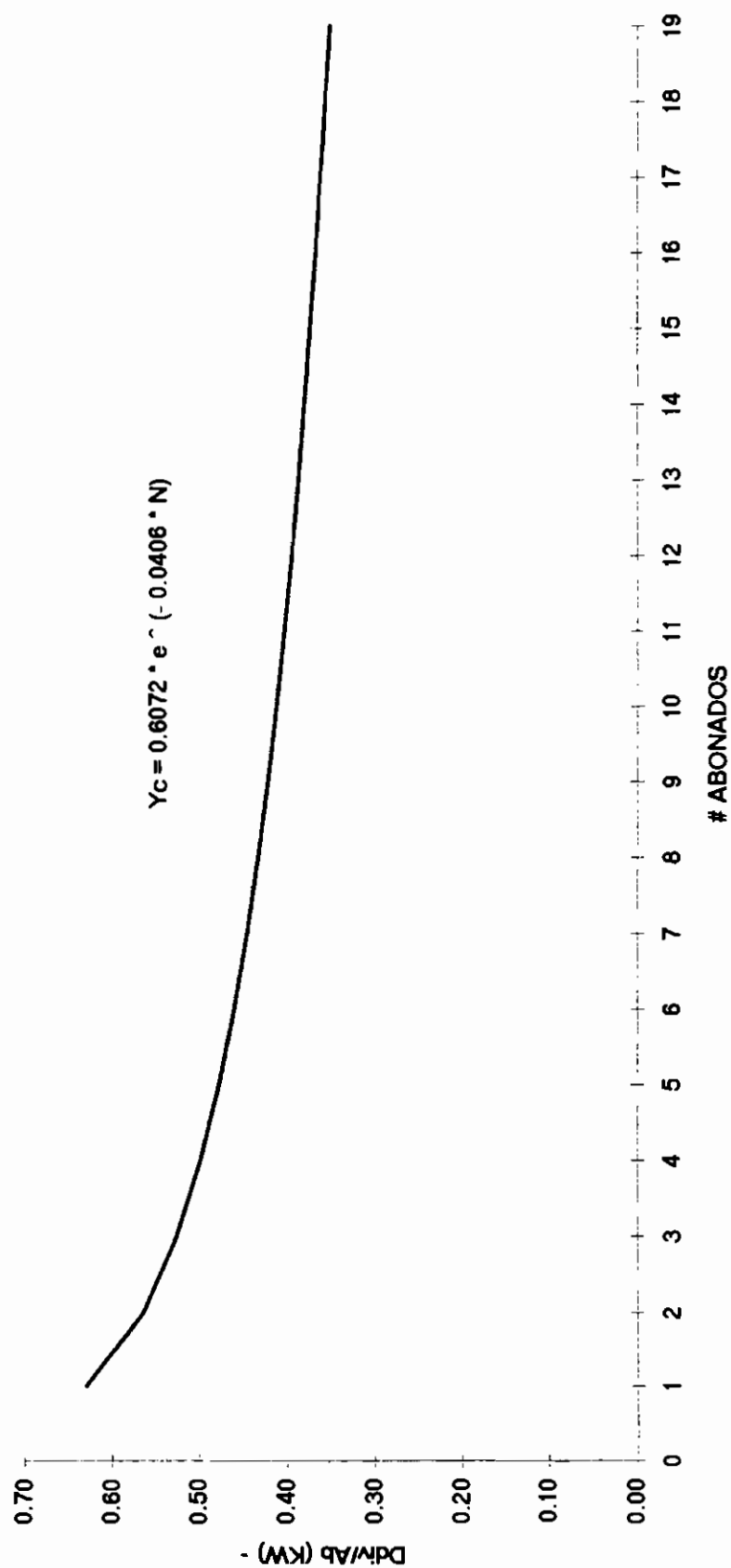


FIG. 4.2 CURVA DE DEMANDA DIVERSIFICADA UNITARIA POR NUMERO DE ABONADOS



## IV.2 DETERMINACION DE LA CARACTERISTICA CRECIMIENTO DE ABONADOS vs TIEMPO.

El crecimiento del Número de Abonados se ha obtenido del Archivo de medidores del departamento de Comercialización de la Empresa Eléctrica Riobamba (ver Apéndice V).

Crecimiento promedio anual de consumidores:

Las Retamas tiene un 6.10 %, Cemento Chimborazo un 6.54 %, Los Pinos 3.60 %, la Paz 20.00 % y Licán 9.20 %, este crecimiento promedio se ha evaluado desde el año de 1990 hasta el año de 1996.

## IV.3 DETERMINACION DE OTRAS CARACTERISTICAS.

### IV.3.1 FACTORES DE DIVERSIFICACION Y COINCIDENCIA.

Si se considera iguales las demandas individuales no coincidentes, entonces la ec (2.5) queda :

$$F_{div}(N) = \frac{N D_i}{D_1 + 2 + \dots + N}$$

ó escrito de otra manera:

$$F_{div}(N) = \frac{D_i}{\frac{D_{div}}{N}} \quad (4.4)$$

Entonces, el denominador corresponde a la expresión (4.2')

$$F \text{ div}(N) = \frac{1.53}{0.6072 * e^{(-0.0406*N)}}$$

$$F \text{ div}(N) = 2.5197 * e^{(0.0406*N)} \quad (4.5)$$

y el factor de Coincidencia, de acuerdo a la ec(2.6) será:

$$F \text{ coin}(N) = \frac{0.6072 * e^{(-0.0406*N)}}{1.53}$$

$$F \text{ coin}(N) = 0.3968 * e^{(-0.0406*N)} \quad (4.6)$$

#### IV.3.2 CARGA CONECTADA

Para determinar la carga conectada, se procedió a realizar el censo de todos los usuarios conectados a las redes de los circuitos en estudio, de este censo se obtiene la carga nominal de cada artefacto consumidor de energía eléctrica y la cantidad de artefactos que dispone, es importante mencionar que las encuestas de carga conectada se realizó a los abonados monofásicos 2 hilos (fase-neutro), incluidos en las secciones o tramos de la tabla 3.4 y de acuerdo al apéndice VI se obtiene el siguiente resultado:

$$C_{con} = 4.993 \text{ KW} \quad (4.7)$$



### IV.3.3 FACTOR DE DEMANDA

De la aplicación de las ec. (2.3) y (4.7) se obtiene:

$$F_{dem} = 0.306 \quad (4.8)$$

### IV.3.4 FACTOR DE POTENCIA

Para determinar el factor de potencia, se realizó varias mediciones con el analizador de Energía VIP SYSTEM 3 en los sectores de estudio y luego se procedió a realizar un promedio el cual es el siguiente:

$$f.p. = 0.93 \quad (4.9)$$

### IV.3.5 DEMANDA MEDIA

Para determinar el consumo promedio de energía, se realizó un promedio de consumo de los abonados monofásicos (fase-neutro) en estudio de los meses de agosto, septiembre y octubre de 1996, como se puede observar en el apéndice IX, obteniendo un promedio de consumo de energía de 124.51 KWH/mes y, la aplicación de la ec. (2.7), la demanda media es:

$$D = \frac{124.51 \text{ KWH/AB}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{720 \text{ H}} = 0.172 \text{ (KW)} \quad (4.10)$$

#### IV.3.6 FACTOR DE CARGA

Aplicando las ec. (2.4) y (4.10) se tiene:

$$F_c = 0.35$$

#### IV.4 COMPARACION Y AJUSTE A LOS METODOS USUALES DE ESTIMACION DE LA DEMANDA.

Las características reales de la carga, determinadas para los sectores residenciales de la Empresa Eléctrica Riobamba, serán a continuación empleadas para obtener la demanda diversificada unitaria, de acuerdo al procedimiento que contempla cada uno de los métodos de estimación enunciados durante este trabajo.

Estos valores serán definidos para algunos puntos importantes de la curva (como 1, 5, 10, 19 abonados), con la finalidad de comparar su acercamiento a los datos reales y de ajustar su comportamiento, a una curva de tendencia. La comparación se realizará en base al cálculo del error relativo, y el ajuste mediante el método de Regresión, para lo cual se utiliza las formulas descritas en el apéndice VII.

A continuación se detallan los resultados de los métodos realizados para este trabajo:

## METODO PROBABILISTICO

Si en la ecuación (2.8) se considera  $W = n W_i$ , la expresión se reduce a la siguiente:

$$D_{div} = \bar{D}_i n + (D_i - \bar{D}_i)\sqrt{n}$$

luego:

$$D_{div}/AB = \bar{D}_i + (D_i - \bar{D}_i)/\sqrt{n}$$

Así se tiene una expresión en función del número de abonados, n.

Para :  $\bar{D}_i = 0.49 \text{ KW}$   
 $D_i = 1.53 \text{ KW}$

Se Calcula para  $n= 5$  Abonados

$$D_{div}/AB = 0.49 + (1.53 - 0.49) / \sqrt{5}$$

$$D_{div}/AB = 0.96 \text{ KW}$$

$$\% E = (V_m - V_r) / V_r * 100$$

$$\% E = (0.96 - 0.57) * 100 / 0.57 = 67.6 \%$$

Para  $n= 10$  Abonados

$$D_{div}/AB = 0.49 + (1.53 - 0.49) / \sqrt{10}$$

$$D_{div}/AB = 0.82 \text{ KW}$$

$$\% E = (0.82 - 0.34) * 100 / 0.34 = 140.8 \%$$

De esta manera se obtienen los valores de la tabla 4.2 en la que se indica también

el error relativo respecto a los valores reales.

TABLA 4.2

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	1.53	0.96	0.82	0.73	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	0.0	67.6	140.8	135.0	<b>85.9</b>
D div/AB(1)	1.11	0.54	0.40	0.31	
Error (%)	-27.4	-5.0	18.1	0.0	<b>12.6</b>
D div/AB(2)	1.47	0.58	0.39	0.27	
Error (%)	-4.2	2.6	15.7	-12.0	<b>8.6</b>

D div/AB	Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es $Y_c = 1.4986 N^{-0.2560}$ con $r = -0.99$
Ddiv/AB (*)	Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.
D div/AB(1)	Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método $Ddiv/AB(1) = Ddiv/AB - k$ $k = 0.42$
D div/AB(2)	Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente: $Y_s = 1.4652 * N^{-0.5709}$ con $r = -0.98$

#### METODOS GRAFICOS EN BASE AL PROMEDIO DE DEMANDA DIVERSIFICADA POR CONSUMIDOR

Artefacto	Saturación	FVH (Método A)
Alumbrado y E.	1	1
Refrigeradora	0.667	0.95
Cocina	0.045	0.3

FVH : Como no se tiene las curvas de carga diaria, para calcular se tomó de la de la referencia [3] pag. 37

De acuerdo a II.4.2.2 se procede a determinar la Ddiv/AB, según el método 1 y 2.

#### METODO 1

Para  $n = 5$  Abonados

Paso	Alumbrado y E.	Refrigeradora	Cocina
(1)	$= 5 * 1 = 5$	$= 5 * 0.667 = 3.335$	$= 5 * 0.045 = 0.225$
(2)	$= 0.4$	$= 0.16$	$= 3.6$
(3)	$= 0.4 * 5 = 2$	$= 0.16 * 3.335 = 0.533$	$= 3.6 * 0.225 = 0.810$
(4)	$= 2 * 1 = 2$	$= 0.533 * 0.95 = 0.5063$	$= 0.810 * 0.3 = 0.243$
(5)	$= 2 + 0.5063 + 0.243 = 2.75$		

$$Ddiv/AB = 2.75/5 = 0.55 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.55 - 0.57) * 100 / 0.57 = -3.5 \%$$

Para  $n = 10$  Abonados

Paso	Alumbrado y E.	Refrigeradora	Cocina
(1)	$= 10 * 1 = 10$	$= 10 * 0.667 = 6.67$	$= 10 * 0.045 = 0.45$
(2)	$= 0.3$	$= 0.13$	$= 3.6$
(3)	$= 0.3 * 10 = 3$	$= 0.13 * 6.67 = 0.867$	$= 3.6 * 0.45 = 1.62$
(4)	$= 3 * 1 = 3$	$= 0.867 * 0.95 = 0.823$	$= 1.62 * 0.3 = 0.486$
(5)	$= 3 + 0.823 + 0.486 = 4.309$		

$$D_{div}/AB = 4.309/10 = 0.430 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.43-0.34) \cdot 100/0.34 = 26.8 \%$$

Con cálculos similares a los anteriores se obtiene la tabla 4.3 que se muestra a continuación:

TABLA 4.3

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	0.81	0.55	0.43	0.38	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	-46.8	-3.5	26.8	22.2	<b>24.8</b>
D div/AB(1)	0.74	0.48	0.36	0.31	
Error (%)	-51.6	-15.8	5.9	0.0	<b>18.3</b>
D div/AB(2)	1.47	0.58	0.39	0.27	
Error (%)	-4.2	2.6	15.7	-12.0	<b>8.6</b>

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 0.8183 N^{(-0.2646)}$  con  $r = -0.99$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método  
 $D_{div}/AB(1) = D_{div}/AB - k$   $k = 0.07$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4652 * N^{(-0.5709)}$  con  $r = -0.98$

## METODO 2

Aplicando el inciso II.4.2.2 se tiene:

Para  $n = 5$  Abonados

Paso	Alumbrado y E.	Refrigeradora	Cocina
(1)	$= 5 * 1 = 5$	$= 5 * 0.667 = 3.335$	$= 5 * 0.045 = 0.225$
(2)	$= 0.64$	$= 0.081$	$= 2.2$
(3)	$= 0.64 * 5 = 3.2$	$= 0.081 * 3.335 = 0.270$	$= 2.2 * 0.225 = 0.495$
(4)	$= 3.2 + 0.27 + 0.495 = 3.965$		

$$D_{div}/AB = 3.965/5 = 0.79 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.79-0.57) \cdot 100/0.57 = 39.1 \%$$

Para n= 10 Abonados

Paso	Alumbrado y E.	Refrigeradora	Cocina
(1)	= $10 * 1 = 10$	= $10 * 0.667 = 6.67$	= $10 * 0.045 = 0.45$
(2)	= 0.57	= 0.065	= 2.2
(3)	= $0.57 * 10 = 5.7$	= $0.065 * 6.67 = 0.433$	= $2.2 * 0.45 = 0.99$
(4)	= $5.7 + 0.433 + 0.99 = 7.123$		

$$D_{div}/AB = 7.123/10 = 0.71 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.71 - 0.34) * 100 / 0.34 = 109.5 \%$$

Con cálculos similares a los anteriores se obtiene la tabla 4.4 que se muestra a continuación:

TABLA 4.4

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	1.32	0.79	0.71	0.69	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	-13.8	39.1	109.5	121.2	<b>70.9</b>
D div/AB(1)	0.95	0.42	0.34	0.32	
Error (%)	-37.9	-26.3	0.0	3.2	<b>16.9</b>
D div/AB(2)	1.47	0.58	0.39	0.27	
Error (%)	-4.2	2.6	15.7	-12.0	<b>8.6</b>

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 1.2576 N^{(-0.2316)}$  con  $r = -0.97$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método  
 $D_{div}/AB(1) = D_{div}/AB - k$   $k = 0.37$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4652 * N^{(-0.5709)}$  con  $r = -0.98$

#### METODO PRACTICO EN BASE AL FACTOR DE DEMANDA

Según el Apartado II.4.2.3 se determina Ddiv/AB

Para:  $C_{con.} = 4.993 \text{ KW}$   
 $F_{dem} = 0.30$   
 $f_p = 0.93$

# ab.	1	5	10	19
Fcoin	1	0.32	0.26	0.18

(De acuerdo a la ec. 4.6) ; se tiene:

TABLA 4.5

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	1.61	0.52	0.43	0.30	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	5.3	-8.5	25.3	-4.7	<b>10.9</b>
D div/AB(1)	1.61	0.52	0.43	0.30	
Error (%)	5.3	-8.5	25.3	-4.7	<b>10.9</b>
D div/AB(2)	1.47	0.58	0.39	0.27	
Error (%)	-4.2	2.6	15.7	-12.0	<b>8.6</b>

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 1.5319 N^{-0.5823}$  con  $r = -0.99$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método  
 $Ddiv/AB(1) = Ddiv/AB - k$   $k = 0$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4652 * N^{-0.5709}$  con  $r = -0.98$

#### METODOS EN BASE A LA RELACION ENTRE LA DEMANDA MAXIMA Y LOS KWH CONSUMIDOS.

De acuerdo al apartado II.4.2.4 se procede a determinar la Ddiv/AB

Para un consumo promedio de 124.51 KWH/abonado/mes, se tiene:

#### I FORMA

Para  $n=5$  Abonados

$$Ddiv = A * B$$

$$A = N (1 - 0.4 * N + 0.4 * \sqrt{N^2 + 40})$$

$$A = 11.1245$$

$$B = 0.005925 * (124.51)^{0.85}$$

$$B = 0.3577$$

$$Ddiv/AB = (11.1245 * 0.3577)/5$$

$$Ddiv/AB = 0.8 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.8-0.57)*100/0.57 = 39.7 \%$$

Para  $n=10$  Abonados

$$D_{div} = A * B$$

$$A = 10 (1 - 0.4 * 10 + 0.4 * \sqrt{(10^2 + 40)})$$

$$A = 17.3286$$

$$B = 0.005925 * (124.51)^{0.85}$$

$$B = 0.3577$$

$$D_{div}/AB = (17.3286 * 0.3577)/10$$

$$D_{div}/AB = 0.62 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.62 - 0.34) * 100 / 0.34 = 82.3 \%$$

De esta manera se obtiene la tabla 4.6 que se indica a continuación:

TABLA 4.6

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	1.13	0.80	0.62	0.50	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	-26.1	39.7	82.3	62.7	<b>52.7</b>
D div/AB(1)	0.90	0.57	0.39	0.27	
Error (%)	-41.2	0.0	14.7	-12.9	<b>17.2</b>
D div/AB(2)	1.44	0.73	0.43	0.15	
Error (%)	-6.1	28.6	26.6	-51.6	<b>28.2</b>

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 1.1323 - 0.2155 * \ln(N)$  con  $r = -0.99$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función paralela a la del método  
 $D_{div}/AB(1) = D_{div}/AB - k$   $k = 0.23$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4362 - 0.4368 * \ln(N)$  con  $r = -0.96$



## II FORMA

Este método utiliza el nomograma del apéndice I.4

Para un consumo promedio de 124.51 KWH/abonado/mes, se tiene:

# DE AB.	1	5	10	19
valor Nomograma	0.95	4	6.8	12.5

Para n = 5 Abonados

$$D_{divAB} = 4/5 = 0.8 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.8-0.57)*100/0.57 = 40.4 \%$$

Para n = 10 Abonados

$$D_{divAB} = 6.8/10 = 0.68 \text{ KW}$$

$$\%E = (0.68-0.34)*100/0.34 = 100 \%$$

Siguiendo los pasos anteriores se determina la tabla 4.7 que se muestra a continuación:

TABLA 4.7

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	0.95	0.80	0.68	0.66	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	-37.9	40.4	100.0	112.2	<b>72.6</b>
D div/AB(1)	0.63	0.48	0.36	0.31	
Error (%)	-58.8	-15.8	5.9	0.0	<b>20.1</b>
D div/AB(2)	1.44	0.73	0.43	0.15	
Error (%)	-6.1	28.6	26.6	-51.6	<b>28.2</b>

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 0.9511 - 0.1045 * \ln(N)$  con  $r = -0.98$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método  
 $D_{div/AB(1)} = D_{div/AB} - k$   $k = 0.32$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4362 - 0.4368 * \ln(N)$  con  $r = -0.96$

#### METODO EN BASE A LA DEMANDA MAXIMA UNITARIA

Para las cargas típicas que utiliza este método para abonados tipo C (Apéndice I.5)

y los valores de la encuesta de Carga Conectada (Apendice VI), se obtienen:

TABLA 4.8

Artefacto	Cantidad	P. Nomi.	FFun	CIR	FSn	DMU
Ptos. Alumbra.	9	900	100.0	900.0	90	810.0
Alum.(Apliques).	1	25	1.6	0.4	30	0.1
Cocina	1	1200	4.6	54.7	50	27.3
Cafetera	1	825	1.9	15.5	70	10.8
Calentador agua	1	1500	2.4	36.2	60	21.7
Refrigeradora	1	149	66.8	99.5	60	59.7
Batidora	1	150	22.5	33.8	40	13.5
Radio	1	30	71.6	21.5	70	15.0
Lavadora	1	900	4.6	41.0	30	12.3
Plancha	1	1100	85.8	943.7	60	566.2
Televisor	1	85	100.0	85.0	90	76.5
Aspiradora	1	600	7.2	43.4	20	8.7
Máq. de coser	1	90	11.5	10.4	40	4.2
Tocadiscos	1	120	64.9	77.9	90	70.1
Enceradora	1	250	2.9	7.4	20	1.5
				2362.9		1696.2

Aplicando la ec. (4.5) se obtienen los datos del Fdiv:

# ab.	1	5	10	19
Fdiv	1.000	3.087	3.782	5.450

# DE AB.	1	5	10	19	Err-p(%)
D div/AB	1.70	0.55	0.45	0.31	
Ddiv/AB (*)	1.53	0.57	0.34	0.31	
Error (%)	10.9	-3.6	31.9	0.4	11.7
D div/AB(1)	1.70	0.55	0.45	0.31	
Error (%)	11.1	-3.5	32.4	0.0	11.7
D div/AB(2)	1.47	0.58	0.39	0.27	
Error (%)	-4.2	2.6	15.7	-12.0	8.6

D div/AB Demanda diversificada calculada por el método; y la curva de regresión es  $Y_c = 1.6010 N^{(-0.5572)}$  con  $r = -0.99$

Ddiv/AB (\*) Demanda diversificada obtenido de las mediciones de campo.

D div/AB(1) Demanda diversificada calculada con una función pararela a la del método  
 $Ddiv/AB(1) = Ddiv/AB - k$   $k = 0$

D div/AB(2) Demanda diversificada obtenida con una curva similar a la que se ajusta al método, la curva obtenida es la siguiente:  
 $Y_s = 1.4652 * N^{(-0.5709)}$  con  $r = -0.98$

## RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS.

En el siguiente cuadro se tiene los resultados de  $D_{div}/ab$  de acuerdo a los distintos métodos mencionados anteriormente.

METODO	Ddiv/ab.			
	1	5	10	19
De acuerdo a las mediciones de campo.	1.53	0.57	0.34	0.31
Método Probabilístico	1.53	0.96	0.82	0.73
En base al promedio de demanda div. por consumidor				
Método 1	0.81	0.55	0.43	0.38
Método 2	1.32	0.79	0.71	0.69
Método práctico en base al FD	1.61	0.52	0.43	0.30
Dem. máx. y los KWH consumidos				
I Forma	1.13	0.80	0.62	0.50
II Forma	0.95	0.80	0.68	0.66
Demanda Máxima Unitaria	1.70	0.55	0.45	0.31

El siguiente cuadro nos indica el error relativo de cada uno de los métodos .

METODO	Error Relativo.			
	1	5	10	19
Método Probabilístico (1)	0.0	67.6	140.8	135.0
(2)	-27.4	-5.0	18.1	0.0
(3)	-4.2	2.6	15.7	-12.0
<b>En base al promedio de demanda div. por consumidor</b>				
<b>Método 1</b>	-46.8	-3.5	26.8	22.2
	-51.6	-15.8	5.9	0.0
	-4.2	2.6	15.7	-12.0
<b>Método 2</b>	-13.8	39.1	109.5	121.2
	-37.9	-26.3	0.0	3.2
	-4.2	2.6	15.7	-12.0
<b>Método práctico en base al FD</b>	5.3	-8.5	25.3	-4.7
	5.3	-8.5	25.3	-4.7
	-4.2	2.6	15.7	-12.0
<b>Dem. máx. y los KWH consumidos</b>				
<b>I Forma</b>	-26.1	39.7	82.3	62.7
	-41.2	0.0	14.7	-12.9
	-6.1	28.6	26.6	-51.6
<b>II Forma</b>	-37.9	40.4	100	112.2
	-58.8	-15.8	5.9	0.0
	-6.1	28.6	26.6	-51.6
<b>Demanda Máxima Unitaria</b>	10.9	-3.6	31.9	0.4
	11.1	-3.5	32.4	0.0
	-4.2	2.6	15.7	-12.0

- (1) Error relativo con respecto al determinado método.
- (2) Error relativo, determinado con una función paralela a la del método.
- (3) Error relativo, obtenido con una curva similar a la que se ajusta al método.

## CAPITULO V

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **V.1 CONCLUSIONES.**

V.1.1 Con la realización de este trabajo se ha logrado por primera vez contar con factores reales; para el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas, para sectores residenciales urbanos, propios de la ciudad de Riobamba.

V.1.2 La metodología presentada en este trabajo, puede ser aplicada al resto de abonados residenciales, Comerciales e Industriales de la ciudad de la Empresa Eléctrica Riobamba S. A.

V.1.3 La selección de la muestra, debe ser realizada cuidadosamente, para conseguir que los abonados sean homogéneos; ya que de este análisis depende parte del éxito del trabajo.

V.1.4 Para realizar este tipo de trabajo es fundamental trabajar con personal que tengan conocimientos básicos de equipos de medición y circuitos eléctricos.

V.1.5 Las mediciones realizadas en los diferentes sitios de carga, fueron hechas con pinzas voltamperimétricas, las cuales generaron un error del 12.3 %; por la dificultad en conseguir simultaneidad en la medición de voltajes y corrientes en los diferentes sitios.

V.1.6 Las mediciones mediante analizadores de Energía si bien requieren de mayor inversión, tienen la gran ventaja de una mayor precisión en los resultados.

V.1.7 Ninguno de los métodos señalados en la literatura técnica, descritos en el apartado II.4.2; son aplicables directamente, tal como se presentan, a los abonados residenciales de la Empresa Eléctrica Riobamba.

V.1.8 Para aplicación de los métodos antes citados en estudios de carga de abonados residenciales de la Empresa Eléctrica Riobamba, se hace necesario el incluir ajustes a los parámetros conforme se describen en el capítulo IV.

## **V.2. RECOMENDACIONES.**

V.2.1 A la Empresa Eléctrica Riobamba S. A. : Realizar estudios complementarios para el resto de abonados residenciales, y para el área de servicio.

V.2.2 A la Empresa Eléctrica Riobamba S. A. : Realizar estudios de demanda de abonados comerciales e industriales con base en la metodología descrita en esta Tesis; ya sea directamente o mediante convenios con las Universidades o Escuelas Politécnicas; o, mediante contratos de consultoría.

V.2.3 A quienes hacen estudios de demanda, que en la selección de la muestra de los abonados a medirse, se tome todo el tiempo que sea necesario, sin escatimar esfuerzo alguno.

V.2.4 A los encargados de las mediciones: mantener reuniones técnicas con todo el personal que participará en la realización de las mediciones de carga y las encuestas de carga conectada; para determinar exactamente los abonados que están dentro del estudio y los puntos donde se realizarán las mediciones.

V.2.5 A la Empresa Eléctrica Riobamba y a todas las empresas que entregan el servicio de energía eléctrica: Realizar las mediciones con la metodología y medios descritos en este trabajo; teniendo en cuenta el margen de error que tiene implícito; pero si se desea obtener mediciones con mayor precisión, la mejor opción es el empleo de analizadores de energía.

V.2.6 A quienes realizan investigación de la Demanda Eléctrica: Que el método Probabilístico, los métodos gráficos, el método práctico y el método en base a la demanda máxima unitaria, pueden ser utilizados en nuestro medio, siempre que se realicen los ajustes a los parámetros, manteniendo una función similar.

Para la aplicación del método que relaciona la demanda máxima unitaria diversificada y los KWH consumidos; se recomienda emplear una curva paralela a la función original. )



## BIBLIOGRAFIA

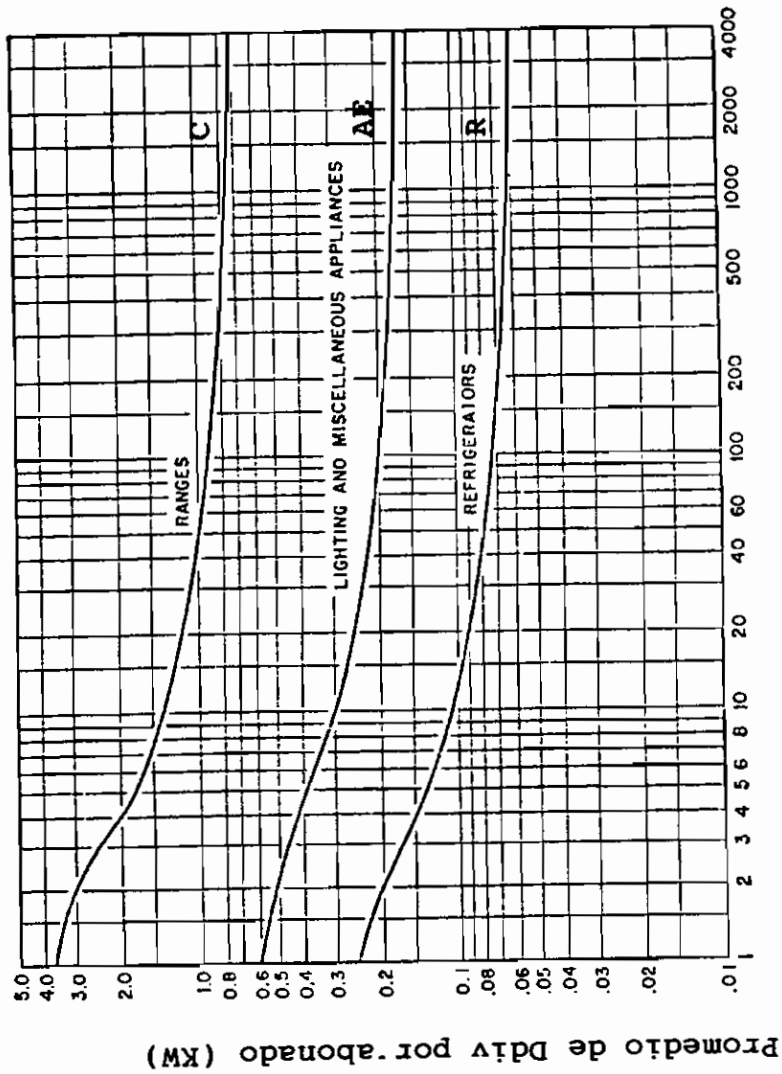
- 1.- Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica, Vol 2.  
Enríquez Harper Gilberto, ,México, Limusa, 1980.
- 2.- Planeamiento para la determinación de parámetros de Demanda.  
Cordova Vaca Santiago, Tesis E.P.N., Quito, 1988.
- 3.- Distribution Systems, Westinghouse, USA, 1959
- 4.- Estudio Sobre la Demanda y sus Características en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.  
Orozco Henry, Asociación de Ingenieros del INECEL, Quito, 1985.
- 5.- Estudios de Demandas de Diseño en Sectores Populares.  
Orozco Henry, Tesis E.P.N., Quito, 1981.
- 6.- Determinación de Parámetros de Carga para Diseño de Redes de Distribución Rural.  
INECEL, Quito, 1980.
- 7.- Comparación de Demandas, en Sistemas Eléctricos de Distribución.  
Calvo Luis, Tesis E.P.N., Quito 1980.

- 8.- Normas para Sistemas de Distribución, Parte A, Guía para Diseño, EEQSA, Quito 1978.
- 9.- Normas para Sistemas de Subtransmisión y Distribución, ICEL, Colombia, 1978.
- 10.- Plano de Sectorización de la Ciudad de Riobamba, Municipio de Riobamba, Riobamba 1995.
- 11.- Análisis de Cargas de Subestaciones de la EERSA, Dirección de Operación y Mantenimiento de la EERSA, Riobamba, 1996.
- 12.- Resúmenes de Facturación de la EERSA, Departamento de Planificación y Comercialización de la EERSA, Riobamba, 1996.
- 13.- Analizadores y Controladores de Energía Eléctrica, ELCONTROL ENERGY, 11/1997.
- 14.- Manual de Ingeniería Eléctrica, vol 1  
Donald Fink / Wayne Beaty, México, MCGRAW-HILL  
Interamericana de México, 1996

## **APENDICE I**

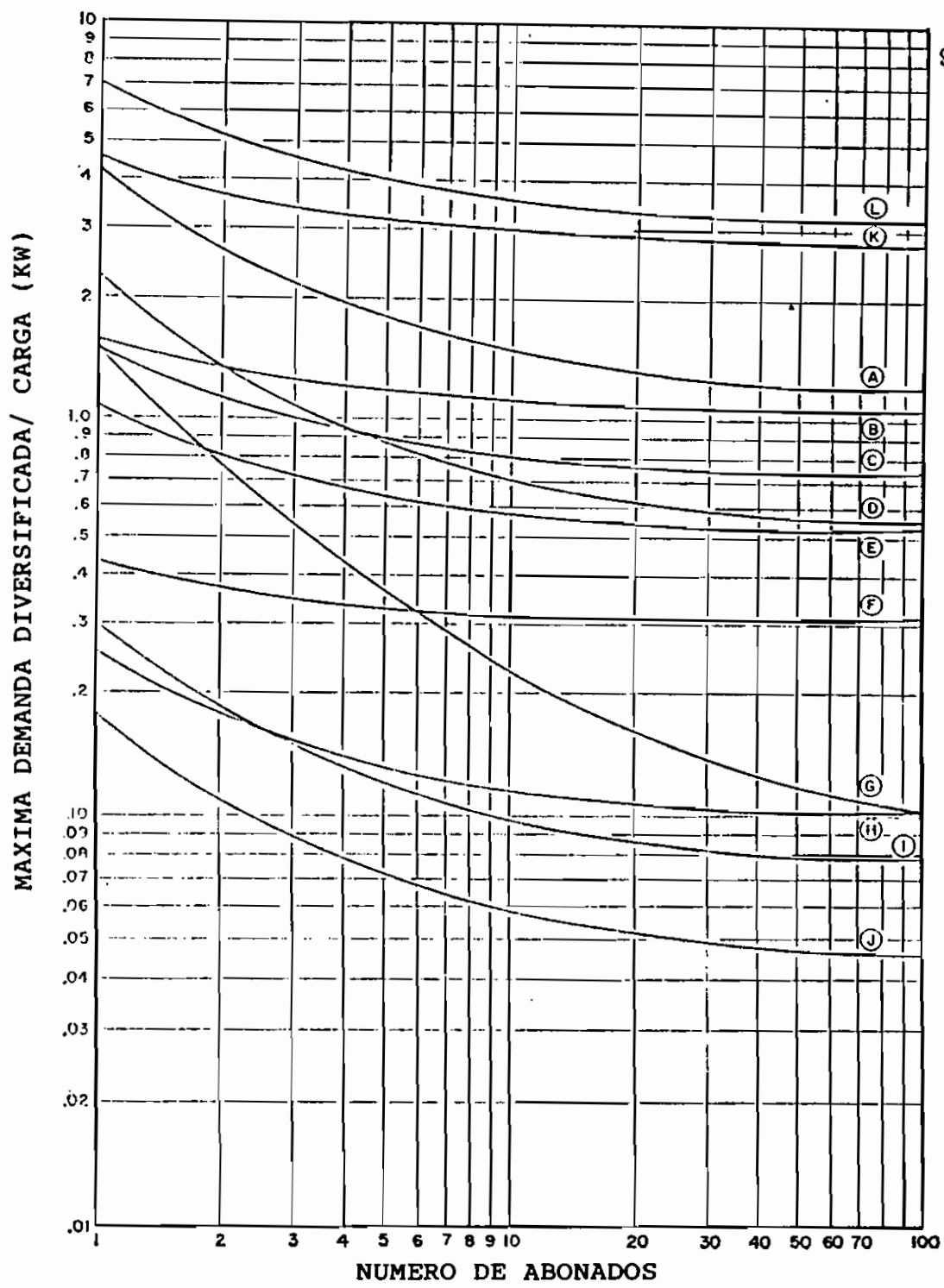
### **CURVAS Y VALORES DE LOS METODOS DE ESTIMACION DE LA DEMANDA**

1.- CARACTERISTICAS DE Ddiv/ abonado, EN FUNCION DEL NUMERO DE ABONADOS



HORA	FVH		
	AE	R	C
12M			
1	0.32	0.93	0.02
2	0.12	0.89	0.01
3	0.10	0.80	0.01
4	0.09	0.76	0.01
5	0.08	0.79	0.01
6	0.10	0.72	0.02
7	0.19	0.75	0.05
8	0.41	0.75	0.30
9	0.35	0.79	0.47
10	0.31	0.79	0.28
11	0.30	0.85	0.22
12N			
1	0.28	0.85	0.33
2	0.26	0.87	0.25
3	0.29	0.90	0.16
4	0.30	0.90	0.17
5	0.32	0.90	0.24
6	0.70	0.90	0.80
7	0.92	0.90	1.00
8	1.00	0.95	0.30
9	0.95	1.00	0.12
10	0.85	0.95	0.09
11	0.72	0.88	0.05
12M	0.50	0.88	0.01
	0.32	0.93	0.02

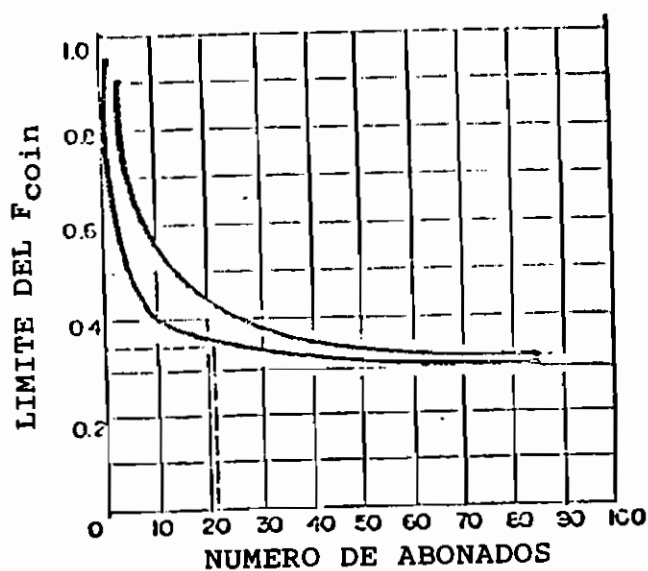
I.1 METODO GRAFICO I



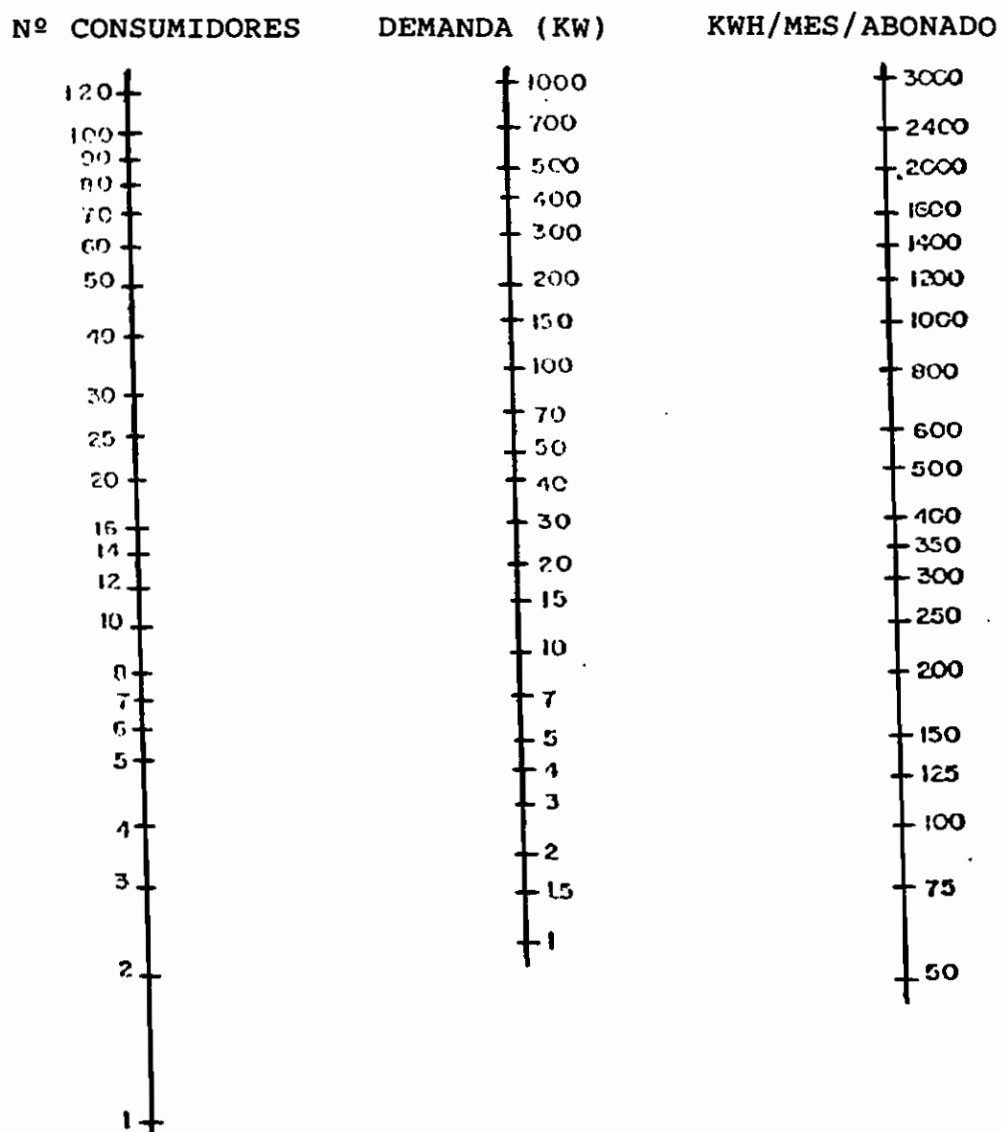
- D: Cocina
- E: Alumbrado y Electrodomésticos
- J: Refrigeradora

I.2. METODO GRAFICO II


TIPO DE SERVICIO	FACTOR TÍPICO DE DEMANDA
Residencias pequeñas	50 - 75 %
Residencias grandes sin cocina	40 - 65 %
Residencias grandes con cocina	35 - 60 %
Oficinas	60 - 80 %
Tiendas pequeñas	40 - 60 %
Almacenes	70 - 90 %
Plantas Industriales pequeñas	35 - 65 %
Plantas Industriales grandes	50 - 58 %
Hoteles	35 - 60 %



### I. 3. METODO PRACTICO EN BASE A LOS VALORES TÍPICOS DEL FACTOR DE DEMANDA




I.4.- NOMOGRAMA UTILIZADO PARA LA ESTIMACION DE LA DEMANDA  
 POR EL METODO  $D_{max}$  vs KWH CONSUMIDOS (II FORMA)

 <b>EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.</b>	<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>	APENDICE: A-II-B
	<b>CARGAS TIPICAS DE APARATOS ELECTRICOS</b>	HOJA 2 DE 2
		FECHA:

APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO	CARGAS TIPICAS (W) USUARIO TIPO			
	A	B	C	D y E
Puntos de alumbrado	100	100	100	100
Puntos de alumbrado (apliques)	25	25	25	
Cocina	10000	5000	3000	1000
Asador	1300	1300		
Secadora	5000			
Tostador	1000			
Cafetera	600	600	600	600
Sartén	800	800		
Calentador de agua	2500	2000	1500	
Refrigeradora	300	300	300	
Batidora	150	150	150	
Radio	200	100	100	100
Lavadora	400	400	400	
Plancha	900	600	600	600
Televisor	250	250	250	250
Aspiradora	400	400	400	
Secadora de pelo	250	250		
Máquina de coser	100	100	100	
Tocadiscos	100	100	100	100
Calefactor	1000	1000		
Enceradora	450	450	450	
Bomba de agua	750	750		

I.5



 <b>EMPRESA ELECTRICA OUTO S.A.</b>		PARAMETROS DE DISEÑO						APENDICE: A-II-D	
		FACTORES DE DIVERSIDAD PARA DETERMINACION DE DEMANDAS MAXIMAS DIVERSIFICADAS						HOJA DE	
								FECHA:	
NUMERO DE USUARIOS	USUARIO TIPO			NUMERO DE USUARIOS	USUARIO TIPO				
	A	B y C	D y E		A	B y C	D y E		
	1	2	3		1	2	3		
1	1,00	1,00	1,00	26	3,00	2,35	1,71		
2	1,50	1,31	1,23	27	3,01	2,36	1,71		
3	1,78	1,50	1,34	28	3,02	2,38	1,71		
4	2,01	1,63	1,41	29	3,03	2,39	1,71		
5	2,19	1,72	1,47	30	3,04	2,40	1,71		
6	2,32	1,83	1,52	31	3,04	2,41	1,72		
7	2,44	1,89	1,56	32	3,05	2,42	1,72		
8	2,54	1,96	1,58	33	3,05	2,43	1,72		
9	2,61	2,01	1,60	34	3,06	2,44	1,72		
10	2,66	2,05	1,62	35	3,06	2,45	1,73		
11	2,71	2,09	1,63	36	3,07	2,45	1,73		
12	2,75	2,11	1,64	37	3,07	2,46	1,73		
13	2,79	2,14	1,65	38	3,08	2,46	1,73		
14	2,83	2,17	1,66	39	3,08	2,47	1,73		
15	2,86	2,19	1,67	40	3,09	2,47	1,73		
16	2,88	2,20	1,68	41	3,09	2,48	1,73		
17	2,90	2,21	1,68	42	3,10	2,48	1,73		
18	2,92	2,23	1,69	43	3,10	2,49	1,73		
19	2,93	2,25	1,69	44	3,10	2,49	1,73		
20	2,94	2,27	1,69	45	3,10	2,49	1,73		
21	2,95	2,28	1,69	46	3,10	2,49	1,73		
22	2,96	2,29	1,70	47	3,10	2,49	1,73		
23	2,97	2,30	1,70	48	3,10	2,50	1,73		
24	2,98	2,31	1,70	49	3,10	2,50	1,73		
25	2,99	2,33	1,70	50	3,10	2,50	1,73		

## **APENDICE II**

**HOJAS DE MEDICIONES DE DEMANDA Y ENCUESTAS DE CARGA  
CONECTADA**

# ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

### TESIS DE GRADO

ESTUDIO DE DEMANDA PARA EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.  
EN SECTORES RESIDENCIALES

#### HOJA DE MEDICIONES DE MAXIMA DEMANDA DIVERSIFICADA

SECTOR : \_\_\_\_\_  
PUESTO DE MEDICION No. : \_\_\_\_\_  
FECHA : \_\_\_\_\_ DIA : \_\_\_\_\_

MEDIDOR DE \_\_\_\_\_ KW

\_\_\_\_\_ Amp

MEDICION EN \_\_\_\_\_ ALTA TENSION

\_\_\_\_\_ BAJA TENSION

HORA	CORRIENTE (AMPERIOS)						VOLTAJE (VOLTIOS)	
	FASE 1		FASE 2		ACOMETIDAS		F1-N	F2-N
	A	B	A	B	1	2		
6:45								
7:00								
7:15								
7:30								
7:45								
8:00								
8:15								
8:30								
8:45								

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_

MEDICION REALIZADA POR : \_\_\_\_\_ f) \_\_\_\_\_

CENTRO DE TRANSFORMACION : \_\_\_\_\_

No. DE ABONADOS CONSIDERADOS : \_\_\_\_\_

No. DE CARGAS POR ALUMBRADO PUBLICO A ESTE PUNTO : \_\_\_\_\_

VALOR NOMINAL DE LAS CARGAS DE ALUMBRADO PUBLICO : \_\_\_\_\_

# ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

### TESIS DE GRADO

ESTUDIO DE DEMANDA PARA EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.  
EN SECTORES RESIDENCIALES

#### ENCUESTA DE CARGA CONECTADA POR CONSUMIDOR

SECTOR : \_\_\_\_\_

FECHA : \_\_\_\_\_

USUARIO TIPO : \_\_\_\_\_

( USO : R = Residencial ; C = Comercial )

ARTEFACTO	1		2		3		4		5	
	Cant.	Pn	Cant.	Pn	Cant.	Pn	Cant.	Pn	Cant.	Pn
USO (R o C)										
Ptos. de Alumbrado										
Apliques										
Cocina										
Asador										
Licuadora										
Tostador										
Cafetera										
Sartén										
Calentador de agua										
Refrigeradora										
Batidora										
Radio										
Lavadora										
Plancha										
Televisor										
Aspiradora										
Secadora de pelo										
Máq. de coser										
Tocadiscos										
Calefactor										
Enceradora										
Ducha Eléctrica										
VHS o Betamax										
Computador										
Nintendo										
Bomba de Agua										

**ALIMENTADOR 3/1**

MES	DIA	HORA	DEMANDA (KW)	COS $\phi$	VOLTAJE (KV)
ENERO	6	19:30	2,740	0.97	13.6
FEBRERO	16	20:00	2,510	0.97	13.6
MARZO	26	20:00	2,580	0.96	13.9
ABRIL	23	19:30	2,700	0.97	13.7
MAYO	13	19:30	2,650	0.97	13.7
JUNIO	15	19:30	2,700	0.98	13.5
JULIO	3	19:30	2,720	0.97	13.7
AGOSTO	31	19:00	2,580	0.98	13.7
SEPTIEM.	14	19:30	2,590	0.97	13.8
OCTUBR.	20	19:00	2,750	0.97	13.8
NOVIEM.	27	19:30	2,820	0.97	13.6
DICIEMBR.	10	20:00	2,920	0.97	13.7

**ALIMENTADOR 5/1**

MES	DIA	HORA	DEMANDA (KW)	COS $\phi$	VOLTAJE (KV)
ENERO	27	20:00	1,130	0.95	13.7
FEBRERO	20	20:00	1,160	0.97	13.5
MARZO	24	20:00	1,200	0.97	13.6
ABRIL	28	20:00	1,310	0.97	13.6
MAYO	26	19:30	1,240	0.97	13.7
JUNIO	2	19:30	1,300	0.97	13.6
JULIO	11	20:00	1,020	0.97	13.7
AGOSTO	11	20:00	1,040	0.97	13.7
SEPTIEM.	1	20:00	1,020	0.95	13.8
OCTUBR.	20	20:00	1,450	0.95	13.8
NOVIEM.	17	20:00	1,400	0.95	13.6
DICIEMBR.	3	20:00	1,120	0.95	13.7

**ALIMENTADOR 3/2**

MES	DIA	HORA	DEMANDA (KW)	COS $\phi$	VOLTAJE (KV)
ENERO	29	19:30	2,050	0.96	13.5
FEBRERO	20	19:30	1,980	0.97	13.7
MARZO	24	19:30	2,040	0.97	13.6
ABRIL	28	19:30	2,100	0.96	13.6
MAYO	1	19:30	2,060	0.96	13.6
JUNIO	23	19:30	1,950	0.97	13.7
JULIO	29	20:00	1,900	0.96	13.7
AGOSTO	14	19:30	2,000	0.96	13.6
SEPTIEM.	25	19:30	1,950	0.96	13.7
OCTUBR.	22	20:00	2,150	0.97	13.7
NOVIEM.	4	20:00	2,100	0.96	13.8
DICIEMBR.	15	20:00	2,150	0.97	13.8

**ALIMENTADOR 6/2**

MES	DIA	HORA	DEMANDA (KW)	COS $\phi$	VOLTAJE (KV)
ENERO	25	19:30	2,500	0.96	13.5
FEBRERO	16	19:30	2,300	0.96	13.6
MARZO	28	20:00	2,350	0.96	13.7
ABRIL	18	19:30	2,390	0.97	13.6
MAYO	17	20:00	2,700	0.96	13.6
JUNIO	23	19:30	2,570	0.96	13.7
JULIO	10	19:30	2,460	0.96	13.5
AGOSTO	6	19:00	2,500	0.95	13.6
SEPTIEM.	20	19:30	2,460	0.96	13.6
OCTUBR.	20	19:30	2,660	0.96	13.8
NOVIEM.	30	19:30	2,980	0.95	13.7
DICIEMBR.	15	19:30	2,600	0.96	13.7

## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 1 FECHA: 26 de Marzo de 1996

ALIMENTADOR 3/1						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	44	45	60	0.91	13.7	1100
02H00	44	45	60	0.91	13.7	1100
03H00	44	45	60	0.91	13.7	1080
04H00	44	45	60	0.91	13.7	1080
05H00	52	45	66	0.93	13.7	1150
06H00	59	36	72	0.96	13.6	1450
07H00	54	32	65	0.95	14	1350
08H00	40	30	50	0.91	13.9	980
09H00	44	35	55	0.90	13.9	990
10H00	45	37	56	0.86	13.9	1000
11H00	45	37	58	0.86	14	1040
12H00	42	36	54	0.82	14	910
13H00	39	34	53	0.86	14	940
14H00	38	34	52	0.86	14.1	970
15H00	47	40	58	0.83	14	1000
16H00	45	38	55	0.83	14	970
17H00	44	38	53	0.86	14	990
18H00	52	57	68	0.92	14.1	1320
18H30	78	82	98	0.94	13.9	1910
19H00	95	100	126	0.96	13.9	2500
19H30	98	101	128	0.96	13.9	2580
20H00	98	101	125	0.96	13.9	2580
21H00	78	87	110	0.96	13.9	2100
22H00	60	67	84	0.95	13.8	1580
23H00	48	50	65	0.92	13.6	1200
24H00	40	46	60	0.92	13.5	1100

**CURVA DE CARGA DEL A 3/I**  
26/03/96



## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 1 FECHA: 23 de Abril de 1996

ALIMENTADOR 3/1						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	41	38	55	0.92	13.5	1000
02H00	40	38	56	0.92	13.5	1000
03H00	40	38	56	0.92	13.5	1000
04H00	40	38	58	0.92	13.5	1000
05H00	44	42	62	0.94	13.5	1100
06H00	58	48	77	0.97	13.5	1500
07H00	54	45	66	0.97	13.7	1350
08H00	4	35	50	0.92	13.8	960
09H00	38	35	50	0.88	14	930
10H00	36	35	46	0.87	13.7	850
11H00	40	35	49	0.86	13.8	890
12H00	37	35	49	0.85	13.9	970
13H00	35	34	49	0.86	14	870
14H00	38	35	50	0.89	14	920
15H00	43	38	51	0.89	13.9	980
16H00	42	37	55	0.88	13.7	970
17H00	44	44	54	0.89	13.7	1020
18H00	59	53	72	0.92	13.9	1420
18H30	84	75	105	0.95	13.6	2080
19H00	104	41	128	0.96	13.5	2580
19H30	105	91	133	0.97	13.7	2700
20H00	102	90	131	0.96	13.8	2670
21H00	78	74	105	0.96	13.7	2040
22H00	57	55	80	0.95	13.5	1500
23H00	52	46	69	0.93	13.6	1300
24H00	45	40	62	0.92	13.5	1120



**CURVA DE CARGA DEL A 3/1**  
23/04/96

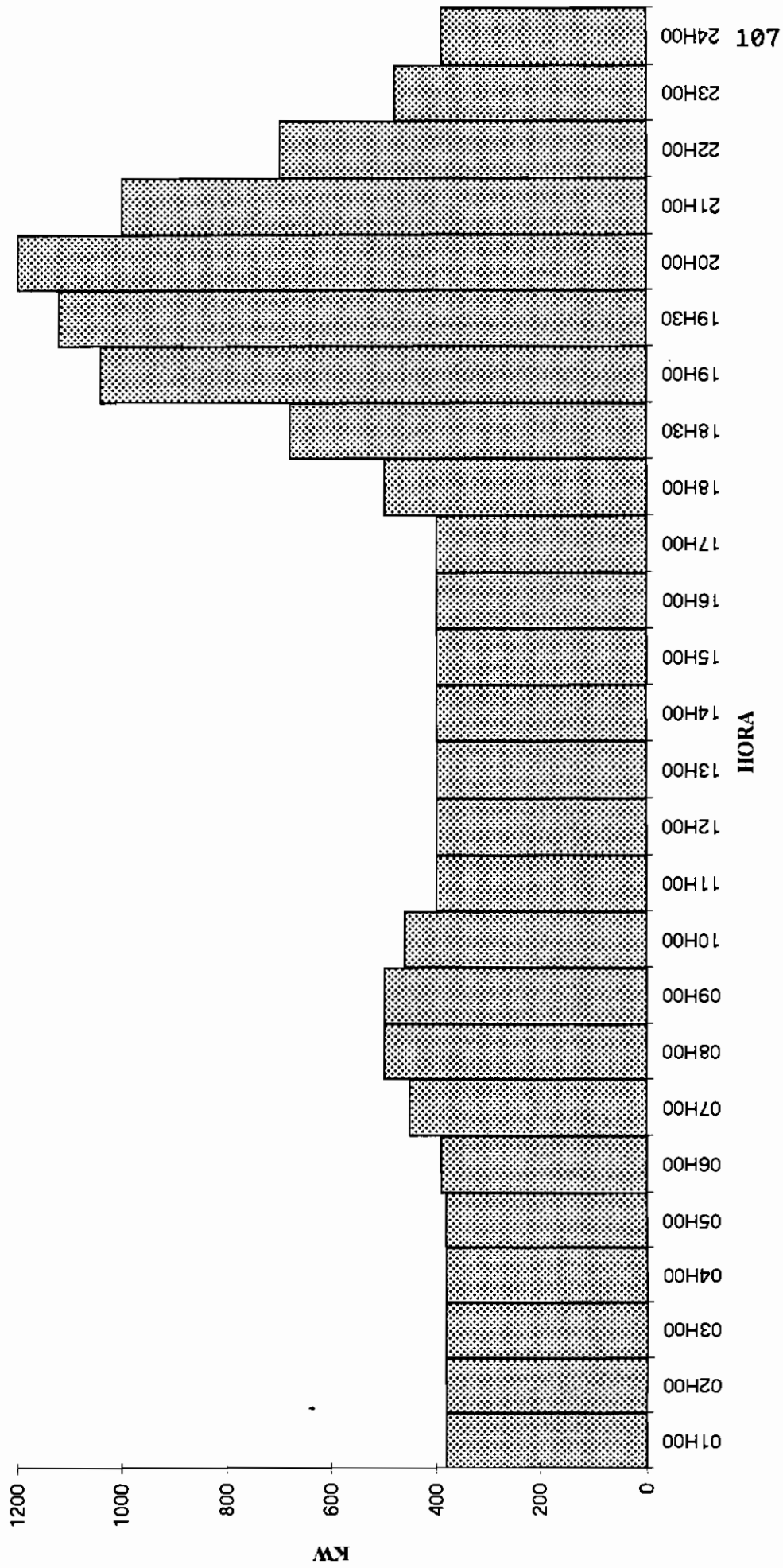


## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 1 FECHA: 24 de Marzo de 1996

ALIMENTADOR 5/1						
HORA	AMPERIOS			CosØ	KV	KW
	A	B	C			
01H00	15	10	10	0.86	13.5	380
02H00	10	10	10	0.86	13.5	380
03H00	10	10	10	0.86	13.5	380
04H00	10	10	10	0.86	13.5	380
05H00	10	10	10	0.84	13.5	380
06H00	10	15	10	0.83	13.5	390
07H00	15	15	15	0.86	13.9	450
08H00	25	20	20	0.90	13.9	500
09H00	25	10	15	0.90	13.9	500
10H00	20	10	15	0.88	13.9	460
11H00	15	10	15	0.83	13.9	400
12H00	15	10	15	0.83	13.9	400
13H00	15	10	15	0.82	13.9	400
14H00	20	15	15	0.85	13.9	400
15H00	20	15	15	0.85	13.9	400
16H00	20	15	15	0.84	13.9	400
17H00	20	15	17	0.85	13.9	400
18H00	23	15	23	0.89	13.9	500
18H30	28	24	29	0.92	13.7	680
19H00	50	33	41	0.96	13.5	1040
19H30	53	36	44	0.96	13.5	1120
20H00	53	36	50	0.97	13.6	1200
21H00	45	30	40	0.95	13.9	1000
22H00	32	23	29	0.92	13.6	700
23H00	24	15	22	0.87	13.7	480
24H00	20	10	15	0.82	13.7	390

**CURVA DE CARGA DEL A 5/1**  
24/03/96



## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 1 FECHA: 28 de Abril de 1996

ALIMENTADOR 5/1						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	20	10	15	0.86	13.7	460
02H00	15	10	15	0.86	13.7	400
03H00	15	10	10	0.85	13.7	360
04H00	15	10	10	0.85	13.7	360
05H00	15	10	10	0.85	13.7	360
06H00	16	10	10	0.86	13.7	390
07H00	15	10	10	0.88	13.7	400
08H00	20	10	10	0.92	13.7	490
09H00	18	10	18	0.92	13.7	510
10H00	15	10	15	0.86	13.8	440
11H00	15	10	10	0.86	13.8	430
12H00	15	10	10	0.86	13.8	420
13H00	15	10	10	0.86	13.8	420
14H00	15	10	10	0.86	13.8	410
15H00	15	10	12	0.86	13.8	430
16H00	15	10	10	0.86	13.8	410
17H00	20	15	20	0.88	13.8	480
18H00	29	10	20	0.90	13.7	510
18H30	37	29	36	0.94	13.7	890
19H00	49	36	46	0.96	13.7	1120
19H30	56	39	50	0.97	13.6	1220
20H00	61	42	51	0.97	13.6	1310
21H00	47	34	45	0.96	13.8	1120
22H00	30	24	28	0.92	13.7	700
23H00	24	10	24	0.90	13.6	510
24H00	10	10	15	0.86	13.5	400

**CURVA DE CARGA DEL A 5/1**  
28/04/96



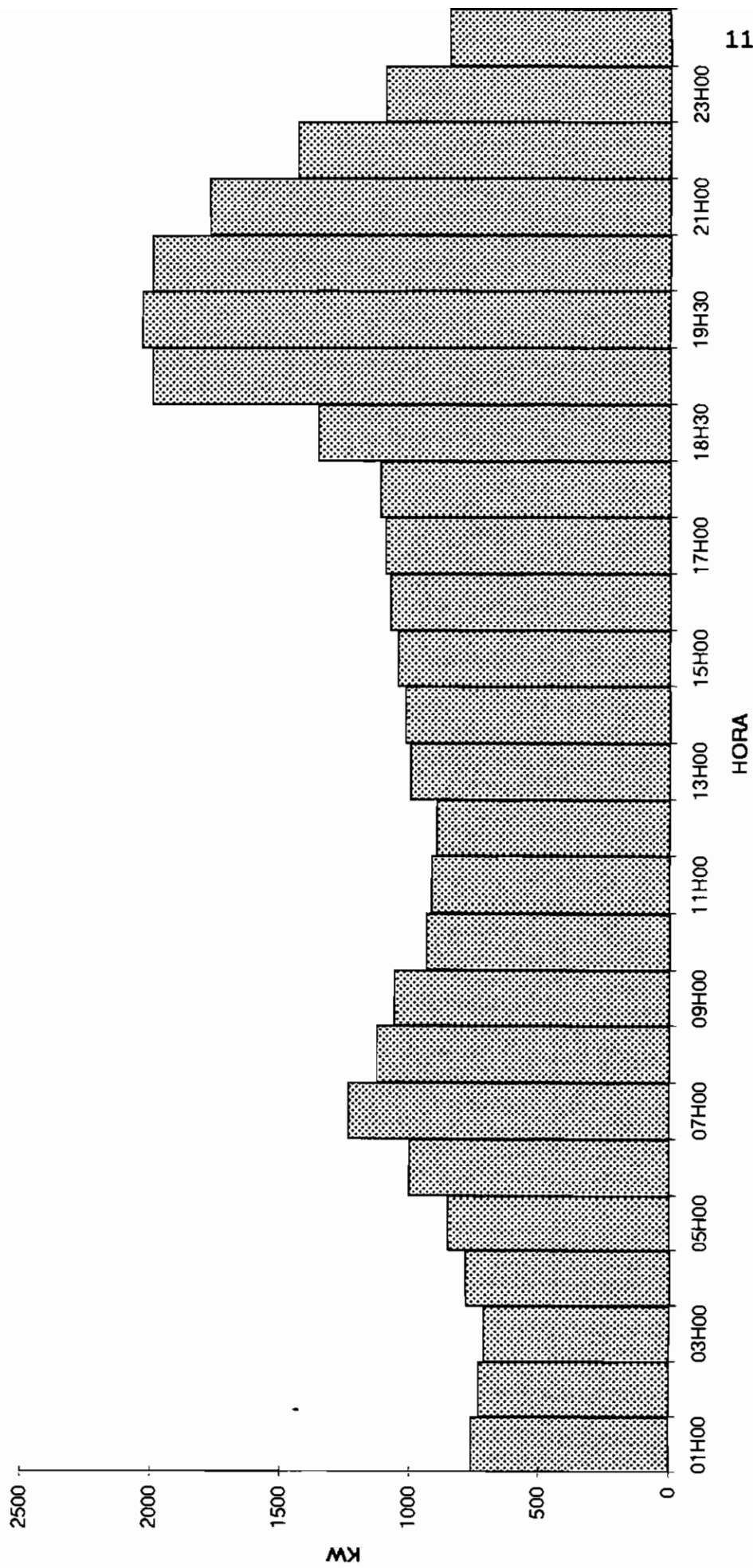
## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 2 FECHA: 21 de Marzo de 1996

ALIMENTADOR 3/2						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	30	17	36	0.88	13.9	760
02H00	29	16	34	0.87	13.9	730
03H00	28	15	35	0.87	13.9	710
04H00	32	18	38	0.89	13.9	780
05H00	37	20	42	0.90	13.8	850
06H00	41	25	49	0.92	13.8	1000
07H00	51	28	54	0.94	13.9	1240
08H00	45	26	52	0.94	13.9	1130
09H00	42	23	49	0.92	13.9	1060
10H00	40	23	44	0.88	13.8	940
11H00	39	22	43	0.88	13.9	920
12H00	38	21	42	0.88	13.9	900
13H00	40	23	45	0.90	14	1000
14H00	41	23	46	0.89	13.9	1020
15H00	42	25	47	0.88	13.9	1050
16H00	43	26	48	0.88	13.9	1080
17H00	44	27	49	0.89	13.9	1100
18H00	45	28	50	0.92	13.9	1120
18H30	52	30	65	0.94	13.9	1360
19H00	81	41	96	0.97	13.7	2000
19H30	82	41	98	0.97	13.7	2040
20H00	80	39	96	0.97	13.9	2000
21H00	69	36	86	0.96	13.9	1780
22H00	57	31	69	0.94	13.9	1440
23H00	44	29	51	0.91	13.8	1100
24H00	35	21	42	0.90	13.9	850

# CURVA DE CARGA DEL A 3/2

21/03/96



## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

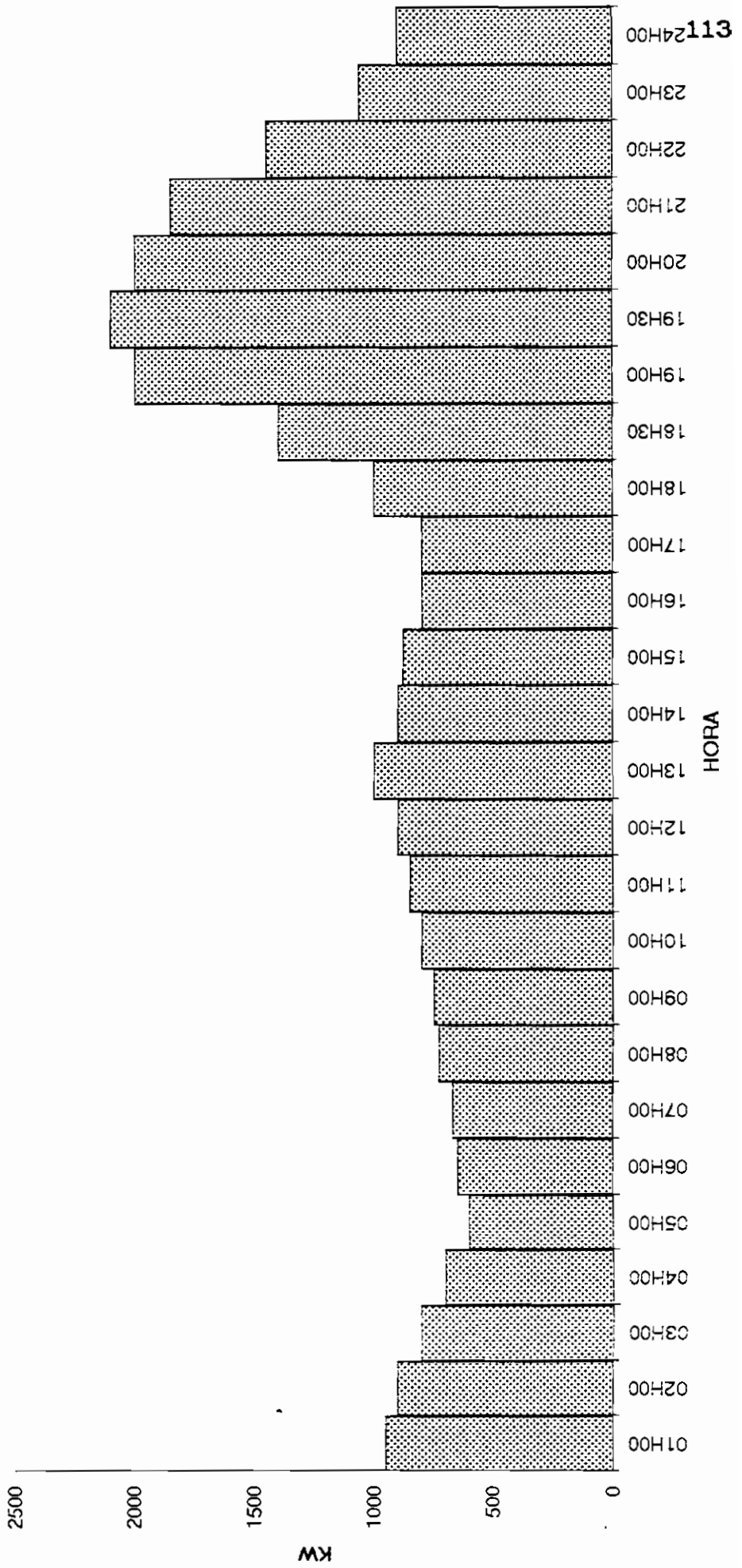
INFORME DIARIO S/E No. 2 FECHA: 28 de Abril de 1996

ALIMENTADOR 3/2						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	39	18	44	0.90	13.9	950
02H00	37	18	42	0.89	13.9	900
03H00	35	16	40	0.88	13.9	800
04H00	30	14	38	0.87	13.9	700
05H00	28	12	33	0.88	13.9	600
06H00	26	12	30	0.89	13.9	650
07H00	24	14	28	0.90	14	670
08H00	26	16	29	0.92	14	730
09H00	28	18	33	0.90	14	750
10H00	30	20	36	0.89	14	800
11H00	33	20	39	0.89	14	850
12H00	36	20	42	0.88	13.9	900
13H00	44	23	44	0.90	13.9	1000
14H00	37	20	41	0.89	14	900
15H00	35	21	42	0.90	14	880
16H00	32	16	39	0.86	13.9	800
17H00	32	18	39	0.88	13.9	800
18H00	41	21	46	0.91	13.9	1000
18H30	54	26	67	0.94	14	1400
19H00	79	39	96	0.97	13.9	2000
19H30	84	42	102	0.96	13.9	2100
20H00	77	39	97	0.96	13.9	2000
21H00	68	35	88	0.96	14.1	1850
22H00	54	29	69	0.94	13.9	1450
23H00	44	24	50	0.92	13.8	1060
24H00	36	21	43	0.90	13.8	900



CURVA DE CARGA DEL A 3/2

28/04/96

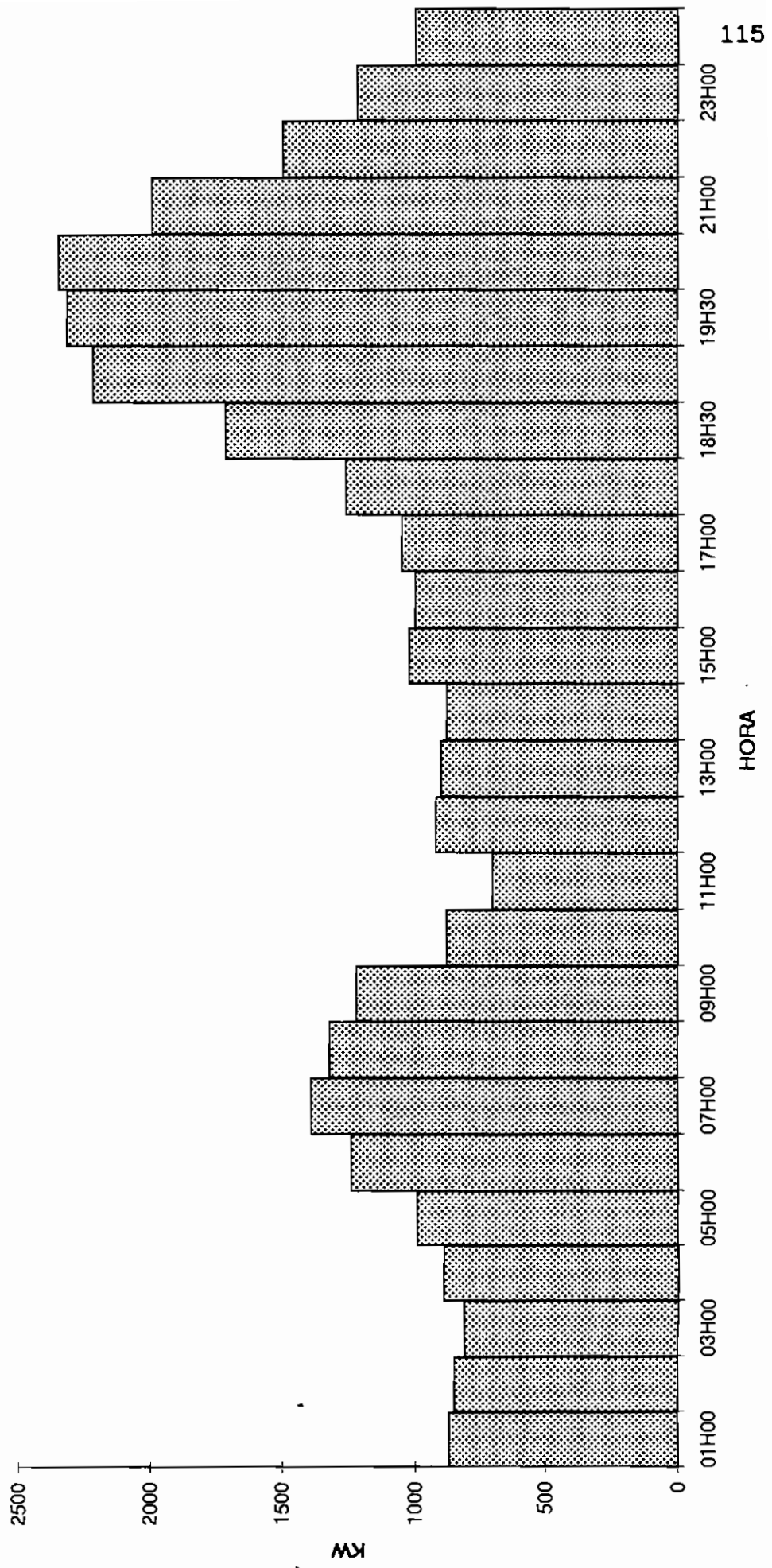


## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 2 FECHA: 28 de Marzo de 1996

ALIMENTADOR 6/2						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	44	48	43	0.90	13.8	870
02H00	43	47	42	0.89	13.8	850
03H00	41	45	40	0.89	13.8	810
04H00	44	48	43	0.90	13.8	890
05H00	47	51	46	0.92	13.8	990
06H00	55	62	59	0.94	13.7	1240
07H00	59	64	63	0.95	13.9	1390
08H00	59	64	60	0.93	13.9	1320
09H00	61	61	54	0.89	13.9	1220
10H00	47	51	54	0.85	13.9	880
11H00	41	44	38	0.86	13.9	700
12H00	45	51	46	0.85	13.9	920
13H00	43	49	44	0.85	13.9	900
14H00	44	50	44	0.89	13.9	880
15H00	49	50	47	0.86	13.9	1020
16H00	47	48	44	0.87	13.9	1000
17H00	50	51	46	0.87	13.9	1050
18H00	60	64	58	0.93	13.9	1260
18H30	74	77	78	0.95	13.8	1720
19H00	93	99	99	0.96	13.7	2220
19H30	95	108	105	0.96	13.7	2320
20H00	97	110	106	0.96	13.7	2350
21H00	88	95	87	0.96	13.8	2000
22H00	70	76	70	0.95	13.6	1500
23H00	58	60	56	0.93	13.8	1220
24H00	47	50	46	0.91	13.9	1000

CURVA DE CARGA DEL A 6/2  
28/03/96



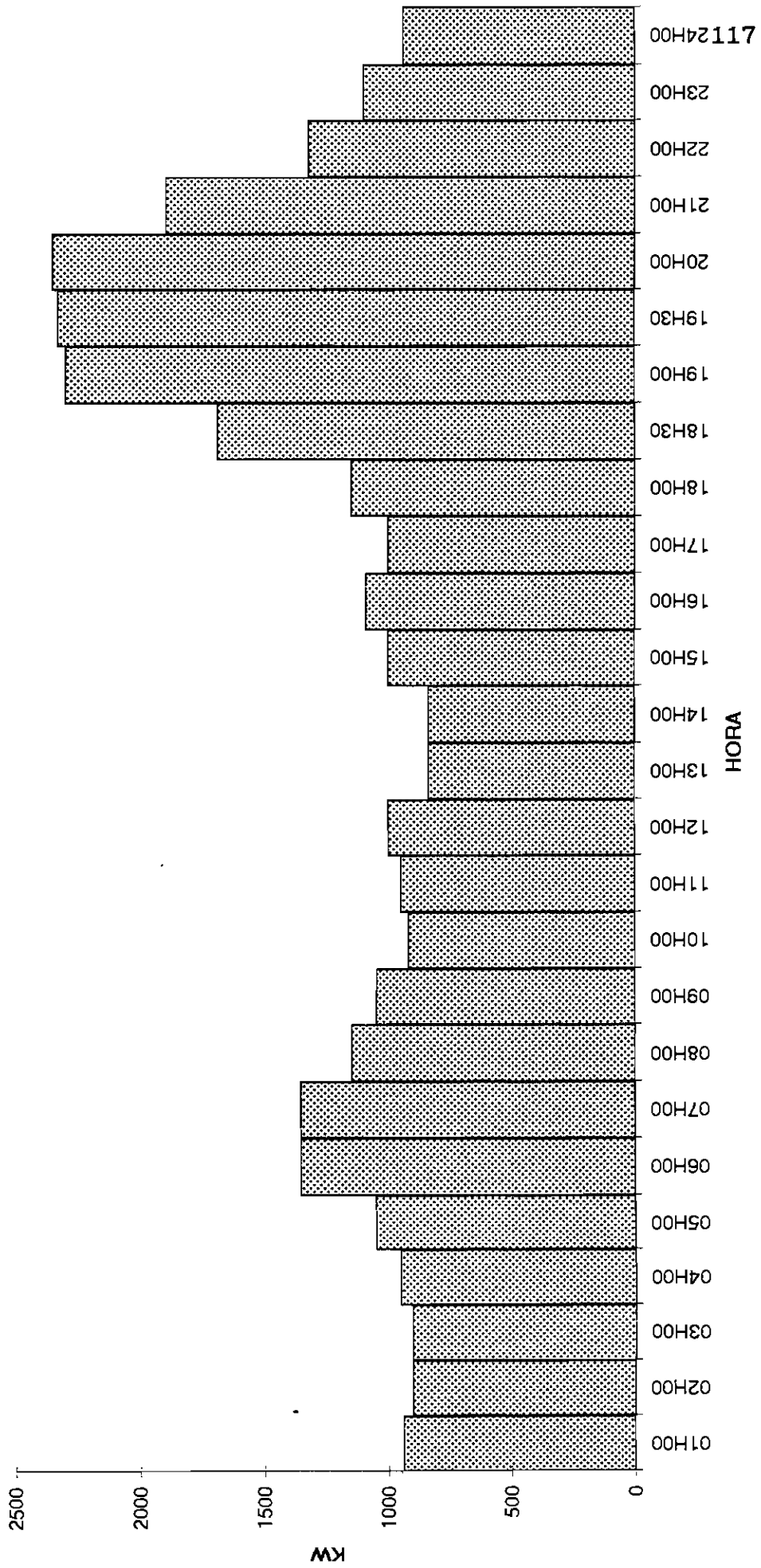
## EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A.

INFORME DIARIO S/E No. 2 FECHA: 23 de Abril de 1996

ALIMENTADOR 6/2						
HORA	AMPERIOS			Cos $\phi$	KV	KW
	A	B	C			
01H00	45	50	47	0.90	13.8	940
02H00	43	48	45	0.89	13.8	900
03H00	43	48	45	0.90	13.8	900
04H00	45	51	48	0.91	13.8	950
05H00	50	56	55	0.93	13.7	1050
06H00	62	65	64	0.95	13.6	1350
07H00	60	63	60	0.94	14	1350
08H00	57	56	52	0.90	14	1150
09H00	54	53	49	0.86	14	1050
10H00	50	49	44	0.86	13.9	920
11H00	51	48	45	0.86	14	950
12H00	50	52	47	0.84	14	1000
13H00	43	50	41	0.87	14	840
14H00	48	53	44	0.86	14	840
15H00	52	54	46	0.86	13.9	1000
16H00	59	56	55	0.85	13.9	1090
17H00	52	50	47	0.86	13.9	1000
18H00	53	57	52	0.90	14	1150
18H30	75	76	74	0.94	13.8	1690
19H00	100	106	100	0.96	13.7	2300
19H30	99	108	103	0.96	13.7	2330
20H00	99	112	106	0.96	13.9	2350
21H00	83	92	83	0.96	13.9	1900
22H00	66	71	64	0.94	13.8	1320
23H00	54	57	53	0.92	13.8	1100
24H00	46	50	48	0.92	13.7	940

CURVA DE CARGA DEL A 6/2

23/04/96



## **APENDICE IV**

**COMPARACION DE TENDENCIAS PARA EL AJUSTE DE LA CURVA DE  
DEMANDA DIVERSIFICADA UNITARIA**

## COMPARACION DE TENDENCIAS PARA EL AJUSTE DE LA CURVA Ddiv UNITARIA

#	Nro.	Valor	Valor de tendencia			VARIANZA : $S^2 =  Y_m - Y_c ^2$				
			AB.	Medido	$Y1 = a * e^{(bX)}$	$Y2 = a + b * LN(X)$	$Y3 = a * X^b$	$S1^2$	$S2^2$	$S3^2$
1	1	0.49			0.5831	0.6300	0.6584	0.010	0.021	0.030
2	2	0.52			0.5599	0.5646	0.5638	0.002	0.002	0.002
3	3	0.75			0.5376	0.5264	0.5149	0.044	0.049	0.054
4	4	0.52			0.5163	0.4993	0.4827	0.000	0.000	0.001
5	5	0.57			0.4957	0.4782	0.4592	0.005	0.008	0.012
6	6	0.40			0.4760	0.4611	0.4409	0.006	0.004	0.002
7	7	0.36			0.4570	0.4465	0.4259	0.010	0.008	0.005
8	8	0.46			0.4389	0.4339	0.4134	0.000	0.001	0.002
9	9	0.71			0.4214	0.4228	0.4026	0.083	0.082	0.094
10	10	0.34			0.4046	0.4129	0.3932	0.005	0.006	0.003
11	11	0.48			0.3885	0.4039	0.3849	0.009	0.006	0.010
12	12	0.27			0.3731	0.3957	0.3775	0.011	0.016	0.012
13	13	0.32			0.3582	0.3881	0.3708	0.002	0.005	0.003
14	16	0.30			0.3171	0.3686	0.3539	0.000	0.004	0.002
15	19	0.31			0.2808	0.3524	0.3406	0.001	0.002	0.001
SUMATORIO								0.188	0.214	0.233

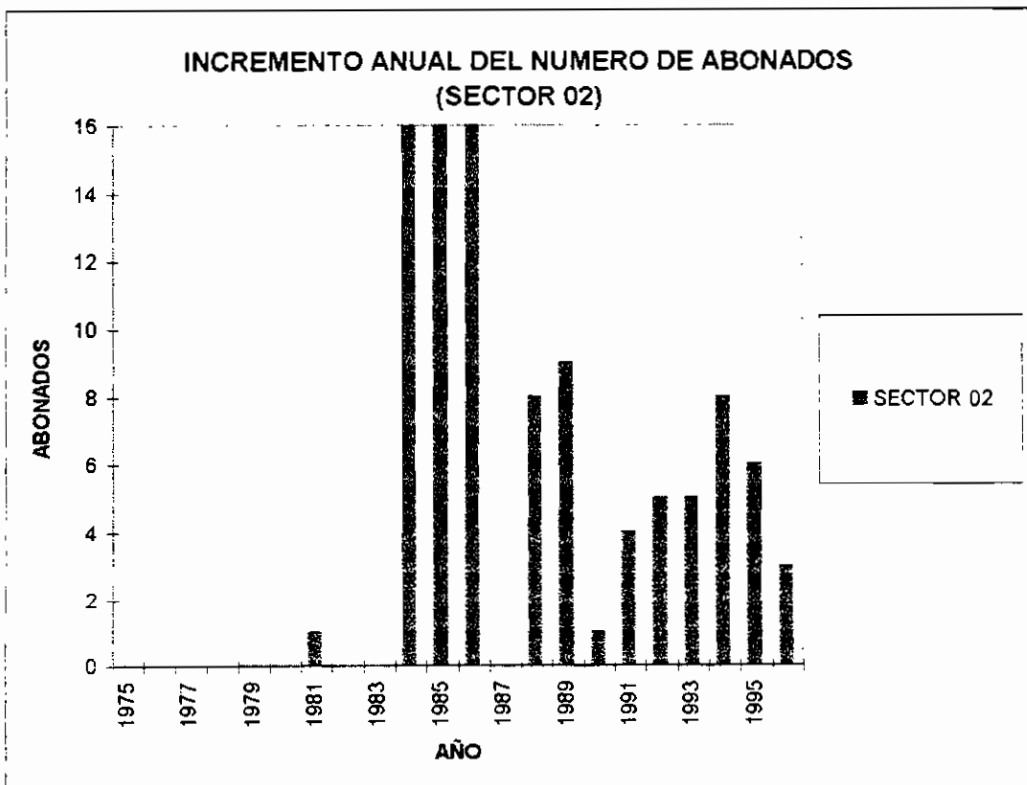
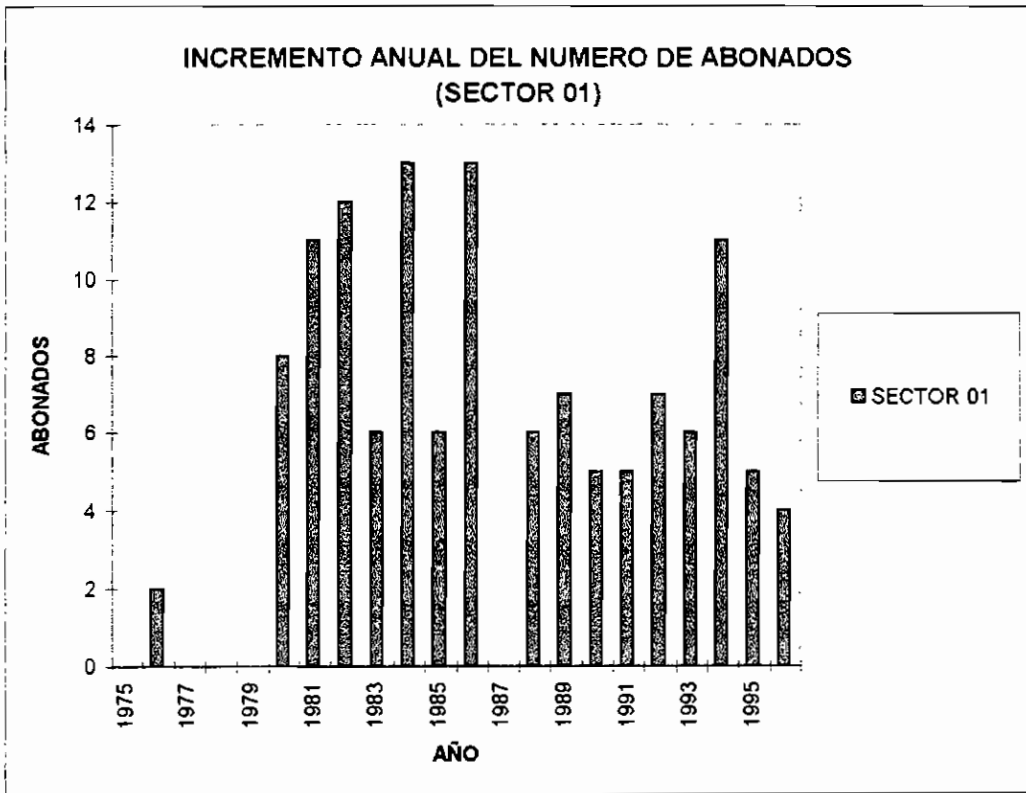
## INCREMENTO ANUAL DEL NUMERO DE ABONADOS

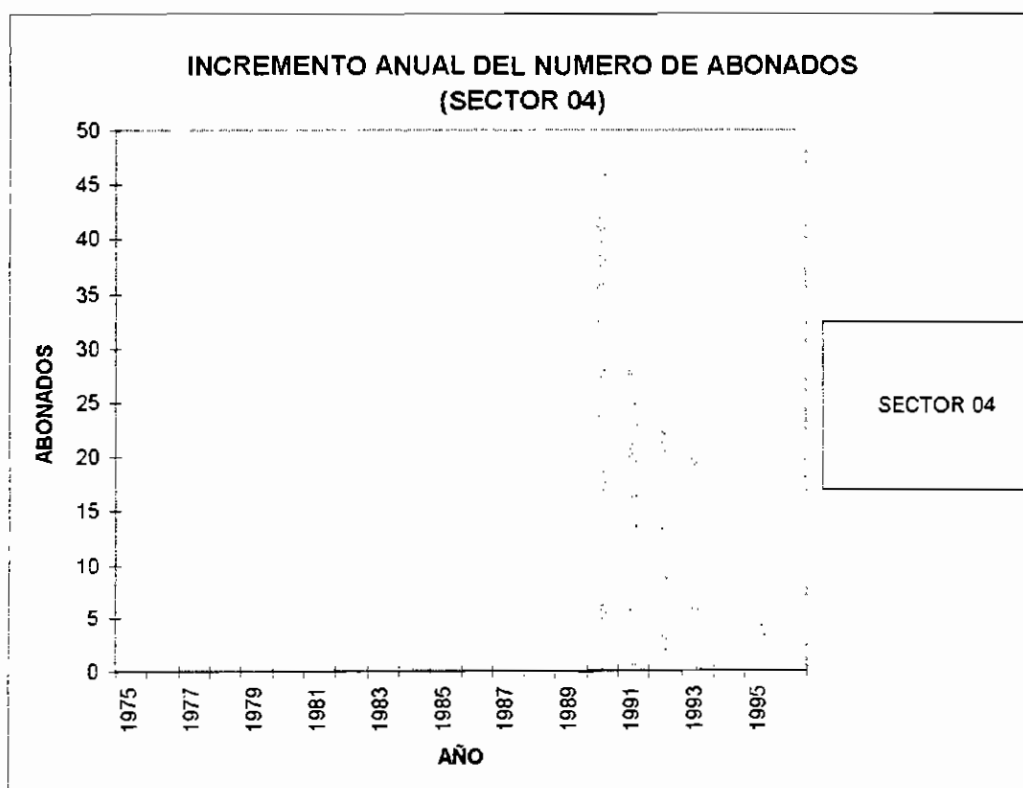
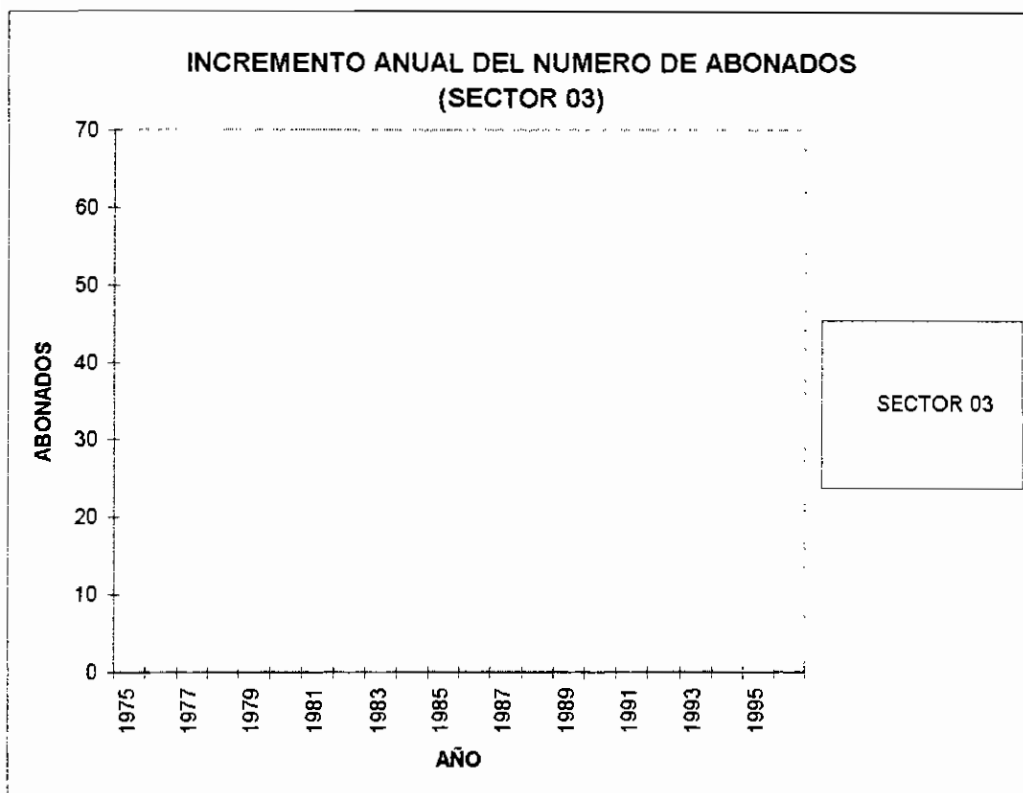
AÑO	SECTOR				
	01	02	03	04	05
1975	0	0	1	0	19
1976	2	0	2	0	1
1977	0	0	62	0	0
1978	0	0	5	0	2
1979	0	0	1	0	1
1980	8	0	0	0	1
1981	11	1	2	0	1
1982	12	0	2	0	2
1983	6	0	4	0	7
1984	13	16	2	1	2
1985	6	16	1	0	5
1986	13	16	4	0	4
1987	0	0	0	0	2
1988	6	8	0	0	9
1989	7	9	2	0	4
1990	5	1	5	49	9
1991	5	4	4	29	8
1992	7	5	7	25	10
1993	6	5	3	24	10
1994	11	8	3	5	11
1995	5	6	1	9	7
1996	4	3	4	8	2
TOTAL	127	98	115	150	117

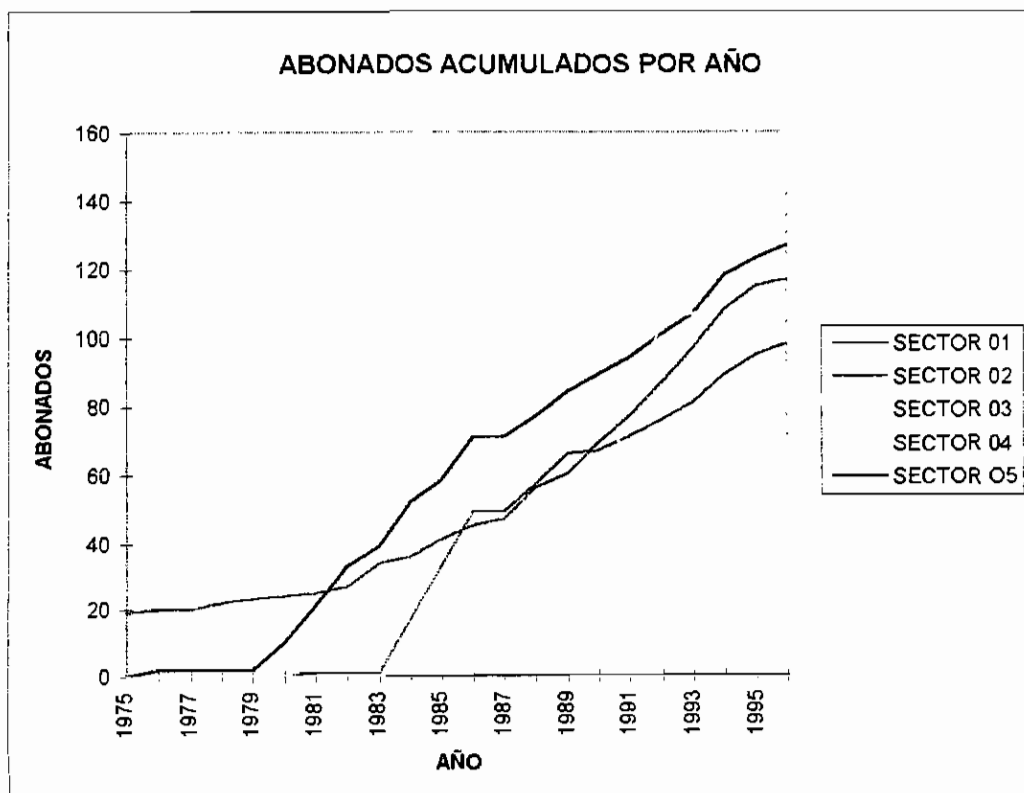
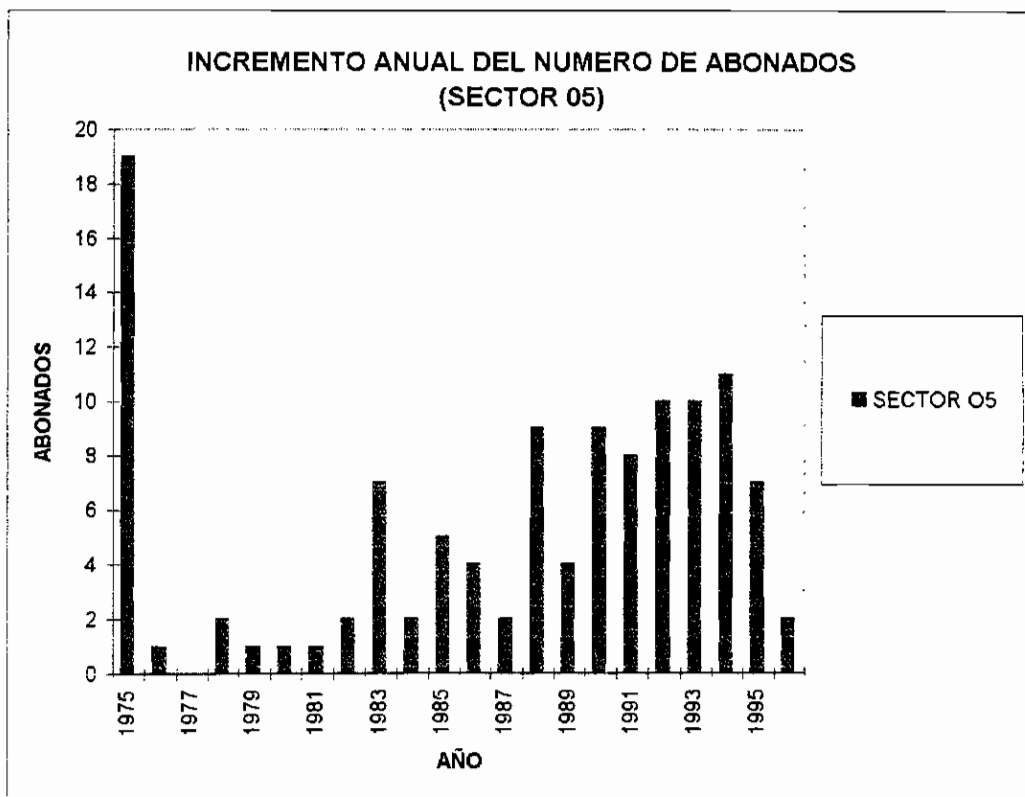
## ABONADOS ACUMULADOS POR AÑO

AÑO	SECTOR				
	01	02	03	04	05
1975	0	0	1	0	19
1976	2	0	3	0	20
1977	2	0	65	0	20
1978	2	0	70	0	22
1979	2	0	71	0	23
1980	10	0	71	0	24
1981	21	1	73	0	25
1982	33	1	75	0	27
1983	39	1	79	0	34
1984	52	17	81	1	36
1985	58	33	82	1	41
1986	71	49	86	1	45
1987	71	49	86	1	47
1988	77	57	86	1	56
1989	84	66	88	1	60
1990	89	67	93	50	69
1991	94	71	97	79	77
1992	101	76	104	104	87
1993	107	81	107	128	97
1994	118	89	110	133	108
1995	123	95	111	142	115
1996	127	98	115	150	117
TOTAL	127	98	115	150	117









## **CARGA CONECTADA**

Antes de realizar las encuestas de carga conectada, se capacitó a la persona que realizó este trabajo, en donde se le indicaba, lo delicado que es realizar una encuesta a los abonados de la Empresa Eléctrica Riobamba, ya que todo cliente asume que es para incrementar el costo de la planilla o cambiarle de tipo de tarifa. Para evitar la negativa de los abonados se diseñó un carnet de la EERSA, el cual tenía el aval del gerente de la Empresa y además mediante un oficio en donde se le indicaba que ésta encuesta es únicamente con fines de investigación y para mejorar el servicio en el futuro.

Continuando con la capacitación, se le indico los sectores y circuitos donde se realizarán las encuestas, mediante los planos que se diseñó para este trabajo y la verificación física de dichos sectores y circuitos, en donde se debe consultar todos los datos que se encuentran en la hoja diseñada de acuerdo al apéndice II.

Es importante indicar que la persona que realizó estas encuestas, es bachiller técnico en electricidad y tenía conocimiento de los circuitos eléctricos porque ya había trabajado en el departamento de Operación y mantenimiento de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.

Los resultados de estas encuestas se tiene a continuación:



**CARGA CONECTADA**

ARTEFACTO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Ptos. de Alumbrado	3,388	373	100.00	1.00	9.08	9.08	100	908.31
Aplicques	6	6	1.61	1.00	0.02	0.02	25	0.40
Cocina	17	17	4.56	1.00	0.05	0.05	1200	54.69
Licuidora	320	318	85.25	1.00	0.86	0.86	600	514.75
Tostador	38	38	10.19	1.00	0.10	0.10	1200	122.25
Cafetera	7	7	1.88	1.00	0.02	0.02	825	15.48
Sartén	15	15	4.02	1.00	0.04	0.04	1500	60.32
Calentador de agua	9	9	2.41	1.00	0.02	0.02	1500	36.19
Refrigeradora	250	249	66.76	1.00	0.67	0.67	149	99.87
Batidora	84	84	22.52	1.00	0.23	0.23	150	33.78
Radio	356	267	71.58	2.00	0.95	0.48	30	14.32
Plancha	335	320	85.79	1.00	0.90	0.90	1100	987.94
Televisor	591	373	100.00	2.00	1.58	0.79	85	67.34
Aspiradora	28	27	7.24	1.00	0.08	0.08	600	45.04
Secadora de pelo	64	63	16.89	1.00	0.17	0.17	600	102.95
Máq. de coser	47	43	11.53	1.00	0.13	0.13	90	11.34
Tocadiscos	255	242	64.88	1.00	0.68	0.68	120	82.04
Enceradora	11	11	2.95	1.00	0.03	0.03	250	7.37
Ducha Eléctrica	210	194	52.01	1.00	0.56	0.56	3200	1801.61
VHS o Betamax	91	90	24.13	1.00	0.24	0.24	35	8.54
Nintendo	393	373	100.00	1.00	1.05	1.05	18	18.97
<b>TOTAL</b>								<b>4993.49</b>

- (1) Total de artefactos
- (2) Frecuencia de abonados que disponen del artefacto
- (3) Frecuencia relativa:  $(2)/373 * 100$
- (4) Abonado de máximas posibilidades
- (5) Promedio Aritmético de artefactos  $(1)/373$
- (6) Saturación de cada clase de equipo  $(5)/(4)$
- (7) Potencia nominal de cada artefacto
- (8) Carga conectada por clase y por abonado  $(6)*(7)$

## **APENDICE VII**

**FUNDAMENTOS DE ESTADISTICA APLICADOS A LA ESTIMACION DE  
LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MEDICIONES DE CAMPO**

## FUNDAMENTOS DE ESTADISTICA APLICADOS A LA ESTIMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MEDICIONES DE CAMPO.

La actividad complementaria a las mediciones de campo para la determinación de las características reales de la carga, es la estimación e interpretación de los resultados obtenidos de dichas mediciones.

En esta parte se presenta la necesidad de manejar una gran cantidad de información de diversa índole (datos de demanda, registro histórico del consumo, número de abonados, etc.) que debe ser resumida en tal forma que se entienda y se pueda analizar para obtener conclusiones del problema que se plantee; esto se debe a que en general, muchos de los fenómenos de los Sistemas Eléctricos son del tipo aleatorio y no determinístico, y mas aún, en el caso de la carga eléctrica, esta aumenta con el tiempo y no es controlable.

### A) DISPERSION.

La dispersión es la variación de los valores incluidos en una serie de datos. Una medida de dispersión es importante para los siguientes fines:

- Puede ser usada para mostrar el grado de variación entre los valores en los datos.
- Puede ser usada para suplementar un promedio para describir un grupo de datos o para comparar un grupo de datos con otro. Cuando la dispersión es alta,



valor promedio se vuelve de poca o ninguna significación.

Cuando la dispersión es baja, el valor promedio se vuelve altamente significativo o representativo.

Una medida de dispersión puede expresarse en valores absolutos o relativos, pero la expresión mas importante es en valores absolutos (ya que en valores absolutos la suma de desviaciones es cero). Los tipos mas importantes de dispersión son la desviación media y la desviación estándar, ya que están basadas en todos los elementos de una distribución ( de datos) y están diseñadas para medir la dispersión alrededor de un promedio.

#### A - 1 ) DESVIACION MEDIA

Matemáticamente:

$$DM = \frac{\sum f |x - \bar{x}|}{n}$$

donde:

$f$  = Frecuencia de clase

$\bar{x}$  = Punto medio de cada clase

$n$  = número de valores

#### A - 2 DESVIACION ESTANDAR Y VARIANZA.

La desviación estándar de un conjunto de valores es la

raíz cuadrada de la media aritmética de las desviaciones individuales al cuadrado por la frecuencia de clase.

Las desviaciones individuales están basadas en la media aritmética de los valores en el conjunto.

Varianza:

$$s^2 = \frac{\sum f |x - \bar{x}|^2}{n}$$

Desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum f |x - \bar{x}|^2}{n}}$$

#### B) TENDENCIAS :

El análisis de la tendencia de una serie de datos, es importante por tres razones:

- Conocer el comportamiento histórico de un fenómeno.
- Comparar las tendencias de varios grupos de datos o las tendencias de diferentes períodos en los mismos datos.
- Pronosticar el comportamiento futuro.

El conocimiento de estas razones es fundamental para seleccionar un método apropiado para expresar tal tendencia.

Los tipos de tendencias se clasifican en Lineales y no lineales.

## B - 1) TENDENCIAS LINEALES.

Obedecen a la expresión:  $Y = a + b X$

y pueden obtenerse por tres métodos :

- Método gráfico de mano alzada : requiere juicio personal al dibujar la línea recta; esto lo hace no muy preciso.
- Método de semipromedios : es el método analítico mas simple y consiste en dividir los datos originales en dos grupos iguales y calcular le media en cada grupo; estos valores medios se grafican y, a través de ellos se hace pasar una línea recta, a la que luego se calcula su ecuación.
- método de los Mínimos cuadrados: la línea recta obtenida por este método se considera el mejor ajuste para los datos.

## B - 2) TENDENCIAS NO LINEALES.

Frecuentemente una línea recta no puede ajustarse adecuadamente a algunos datos, por ejemplo, una serie de tiempo puede tener un incremento mas rápido (o mas lento) en la presente etapa, y un incremento mas lento o (mas rápido) en etapas recientes. En tal caso, se hace necesario considerar una tendencia no lineal.

Hay muchos tipos de tendencias no lineales, pero las mas aplicables a los requerimientos de las características de la carga son:

- Tendencia Parabólica de Segundo Grado:

Obedece a la expresión general:

$$Y_c = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + \dots + a_n X^n$$

pero para fines de tendencia, generalmente se utiliza en su forma mas simple:

$$Y_c = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$$

La magnitud y signo de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$ , y  $a_2$  determinará la correcta representación de cualquier tendencia parabólica.

- Tendencia Exponencial:

Obedece a la expresión general:

$$Y_c = a e^{bX}$$

Esta curva es apropiada para representar crecimientos de consumidores eléctricos.

- Tendencia Logarítmica.

Obedece a la expresión general :

$$Y_c = a + b \ln X$$

y es ideal para representar series de datos que varían con esa función.

- Tendencia potencial :

Obedece a la expresión general

$$Y = a X^b$$

Es un forma ecuacional bastante cómoda para operar relaciones analíticas entre las variables.

- Curvas de crecimiento :

Existen dos expresiones muy utilizadas para representar crecimientos poblacionales o de consumo.

Estas son :

Curva de gomperta:

$$Y_c = a b^{c^x}$$

Curva logística:

$$\frac{1}{Y} = a + b c^x$$

Estas curvas son adecuadas para representar patrones de crecimientos pequeños al principio, crecimientos en la parte central y grandes pero establecidos en la parte final del período.

- Ley de Potencia:

Obedece a la expresión :

$$Y_c = p ( 1 + T I)^x$$

Esta curva permite relacionar el crecimiento exponencial con la tasa anual de incremento de un parámetro.

### C) AJUSTE

Una vez elegida la tendencia (o las tendencias) que vaya a representar a la serie de datos, es necesario determinar los coeficientes de la forma ecuacional correspondiente.

Esta determinación se logra con diversos métodos, pero el mejor ajuste se obtiene mediante el método de Regresión Lineal.

El análisis de regresión incluye las técnicas usadas en dos operaciones principales:

- a) Derivar los coeficientes de una ecuación que describa la forma de la relación entre variables.
- b) Estimar una variable a partir de otra variable o variables (variables independientes), basados en la relación de regresión.

El error de las estimaciones de los valores individuales de Y (variable dependiente), pasados en la ecuación, es medido mediante la desviación estándar de regresión (o error estándar de estimación).

#### C - 1) AJUSTE DE UNA RECTA (REGRESION LINEAL):

La determinación de las constantes a y b en la ecuación.

$$Y = aX + b$$

Se realiza de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$a = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

Donde:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

y el coeficiente de correlación lineal

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

#### C - 2) AJUSTE DE UNA CURVA

Se enunciarán solamente las relaciones de las tendencias que se utilizaron en la Tesis:

- **Tendencia exponencial:**

$$Y = a e^{bx}$$

Esta expresión, en forma lineal es:

$$\ln Y = \ln a + b X$$

luego:

$$b = \frac{\sum X_i \ln Y_i - \frac{\sum X_i \sum \ln Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \left[ \frac{\sum \ln Y_i}{n} - \frac{b \sum X_i}{n} \right]$$

- Tendencia Logarítmica:

$$Y = a + b \ln X$$

$$b = \frac{\sum Y_i \ln X_i - \frac{\sum Y_i \sum \ln X_i}{n}}{\sum (\ln X_i)^2 - \frac{(\sum \ln X_i)^2}{n}}$$

$$a = \frac{\sum Y_i - b \sum \ln X_i}{n}$$

- Tendencia de Potencia:

$$b = \frac{\sum \ln X_i \ln Y_i - \frac{\sum \ln X_i \sum \ln Y_i}{n}}{\sum (\ln X_i)^2 - \frac{(\sum \ln Y_i)^2}{n}}$$



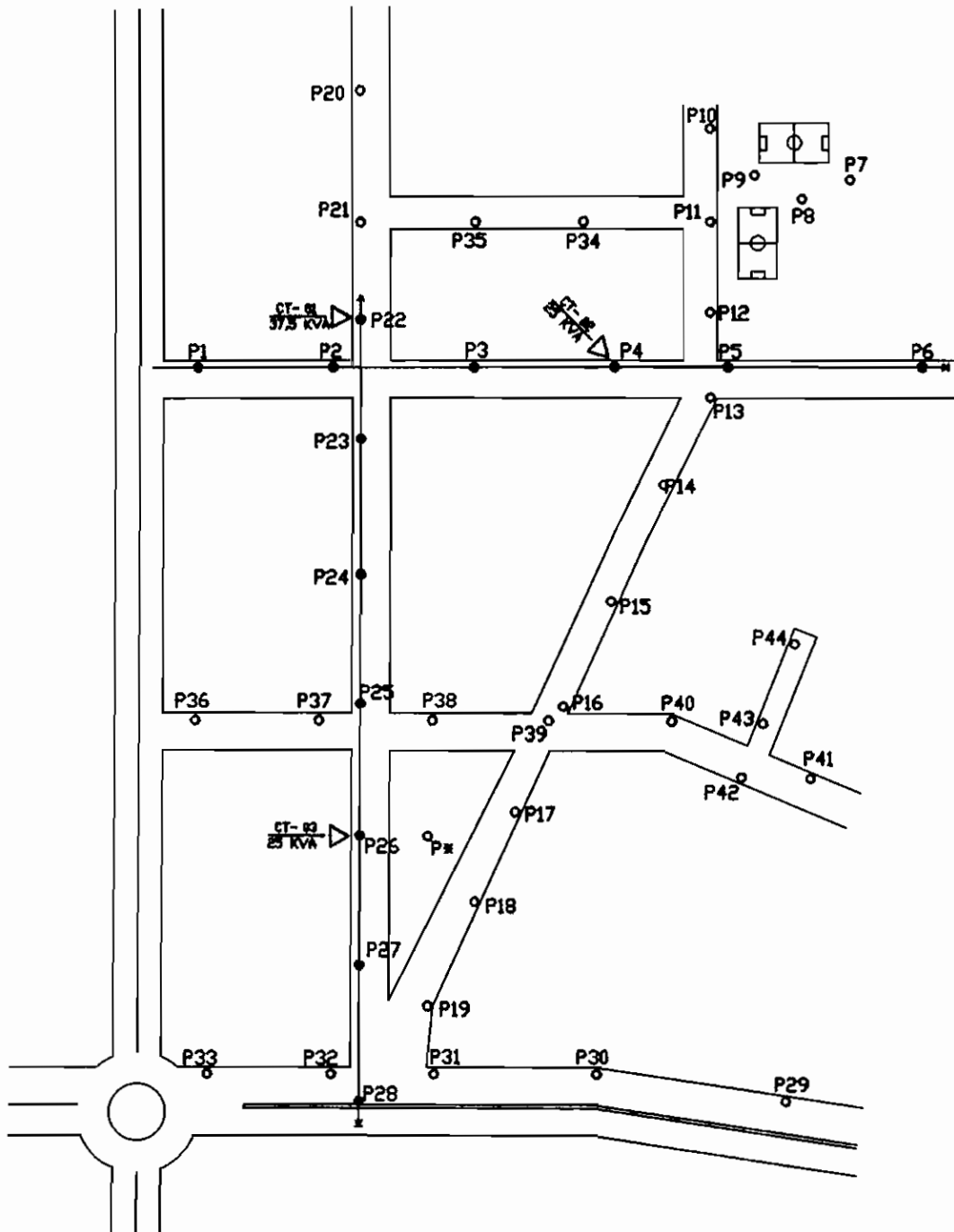
$$a = \frac{\sum \text{Ln}Y_i - b \sum \text{Ln}X_i}{n}$$

## **APENDICE VIII**

**PLANOS DE LOS CIRCUITOS DE LOS SECTORES EN ESTUDIO**

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DENOMINACION
●	POSTE DE HORMIGON DE 11,5 METROS
○	POSTE DE HORMIGON DE 9 METROS
⊙	POSTE DE MADERA DE 11,5 METROS
⊖	POSTE DE MADERA DE 9 METROS
→	TENSOR A TIERRA
↘	TENSOR FAROL
⇄	TENSOR DOBLE
$\frac{CT-N}{N \text{ KVA}}$ ▷	CENTRO DE TRANSFORMACION
⌋	LUMINARIA DE 125 W VAPOR DE MERCURIO
⌋*	LUMINARIA SIN FUNCIONAMIENTO
⌋	LUMINARIA DE 400 W VAPOR DE SODIO
⊙	LUMINARIA CON CELULA FOTOELECTRICA INCORPORADA
⊞	RELE DE CONTROL CON CELULA FOTOELECTRICA
P# F1	P# NUMERO DEL POSTE
F2	F1 ACOMETIDA CONECTADA A LA FASE 1
A	F2 ACOMETIDA CONECTADA A LA FASE 2
	A ACOMETIDA MONOFASICA 3 HILOS
—	CONDUCTORES.

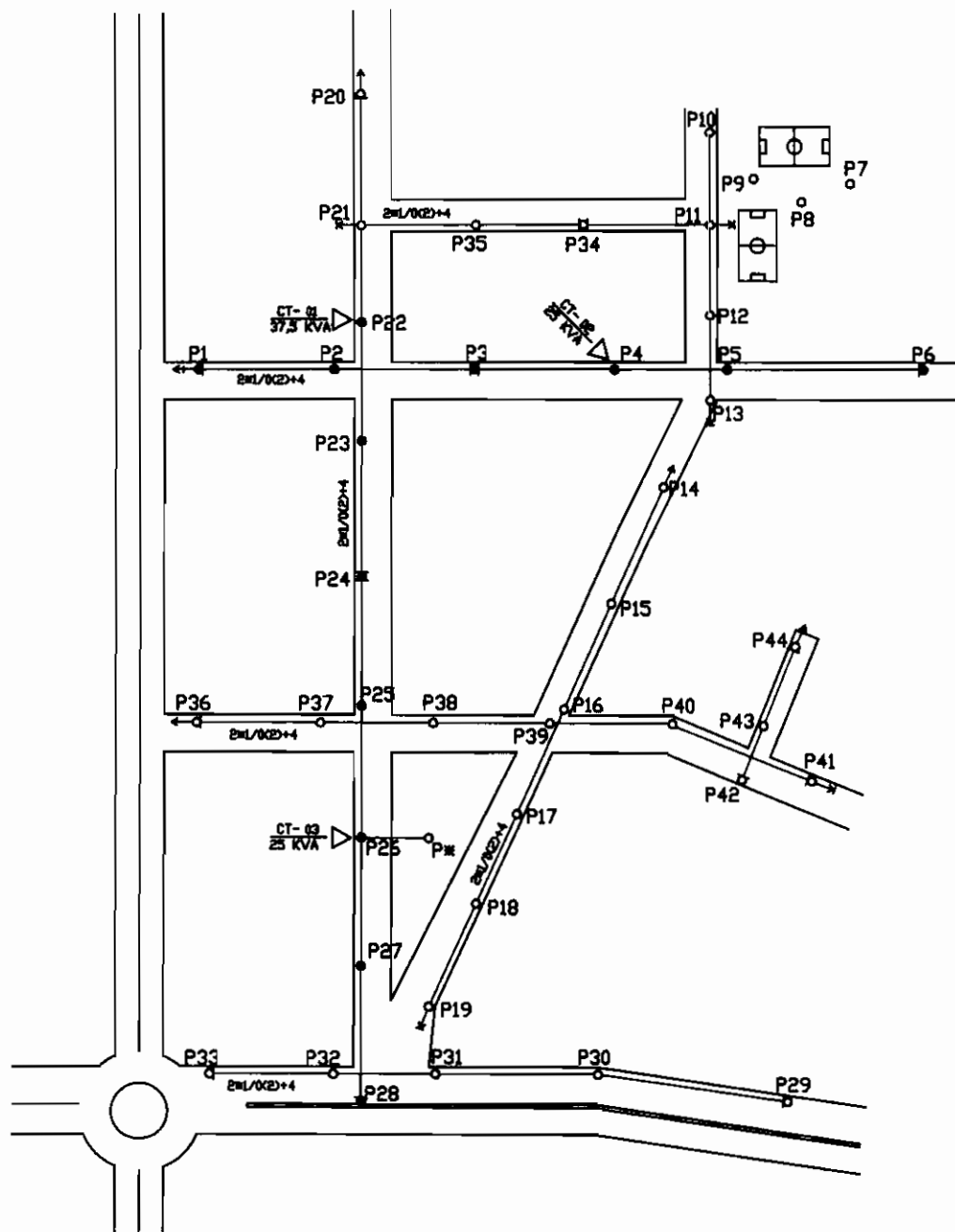
DIBUJO	WJVM	<b>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA TESIS DE GRADO
APROBADO	ING. VICTOR OREJUELA	
FECHA	ENERO DE 1997	
ESCALA		<b>SIMBOLOGIA</b>
HOJA	1 DE 1	



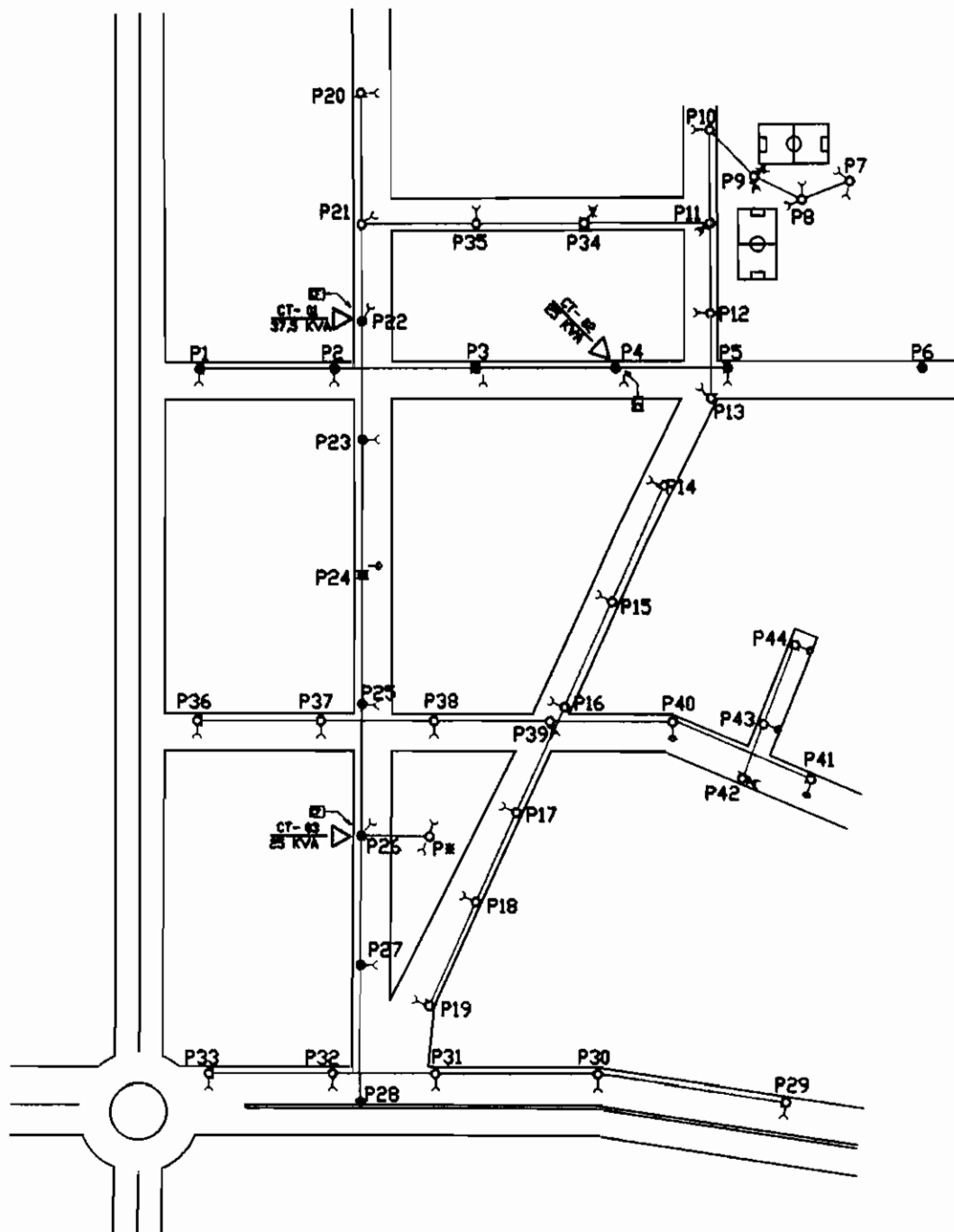
DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR DREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA	1 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' LAS RETAMAS '  
 CIRCUITO DE ALTA TENSION



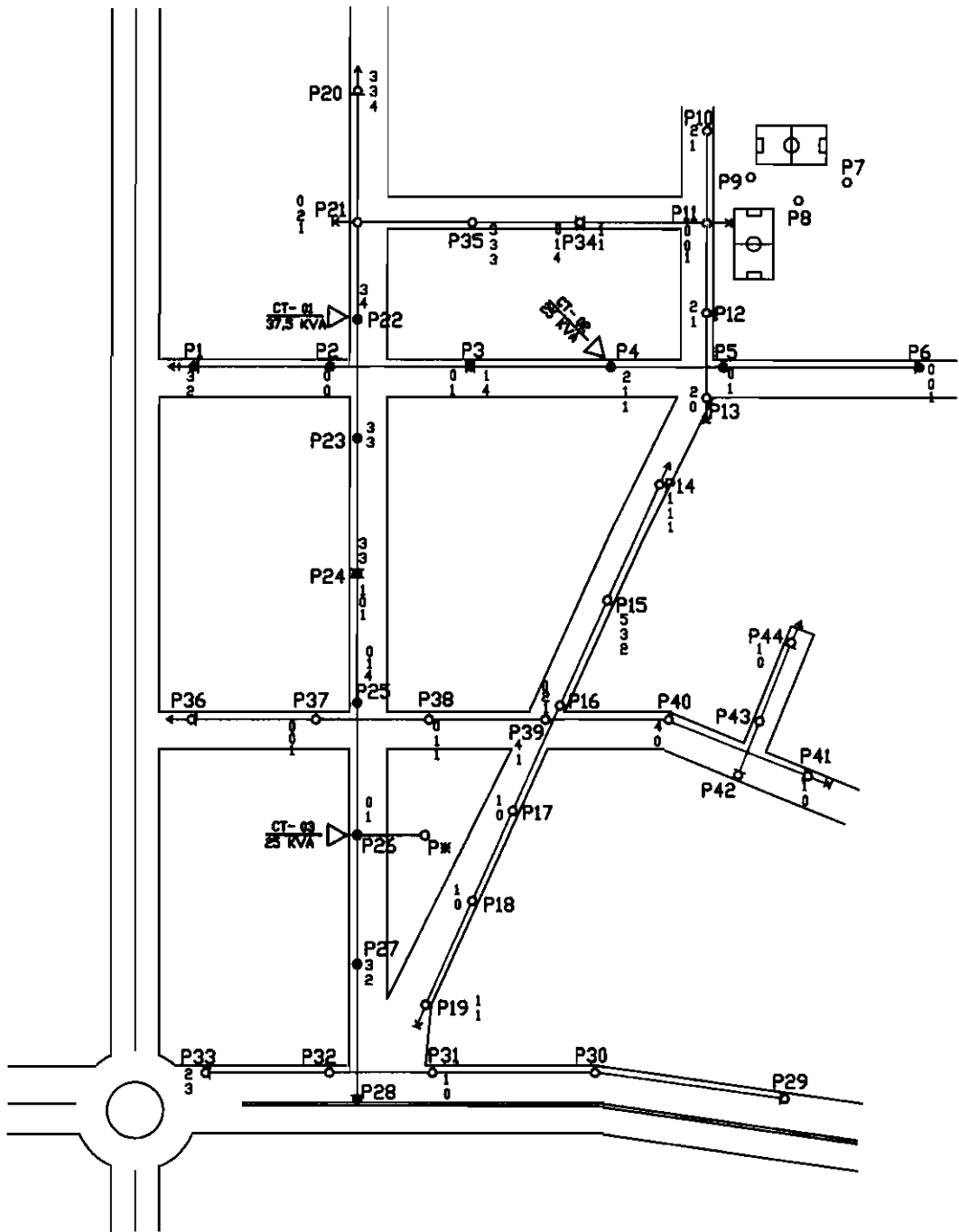
DIBUJO: WJVM	<b>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA TESIS DE GRADO  CIUDADELA ' LAS RETAMAS ' CIRCUITOS DE BAJA TENSION
APROBADO: ING. VICTOR OREJUELA	
FECHA: ENERO DE 1997	
ESCALA: 1 : 2000	
HOJA 2 DE 4	



DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR DREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	3 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

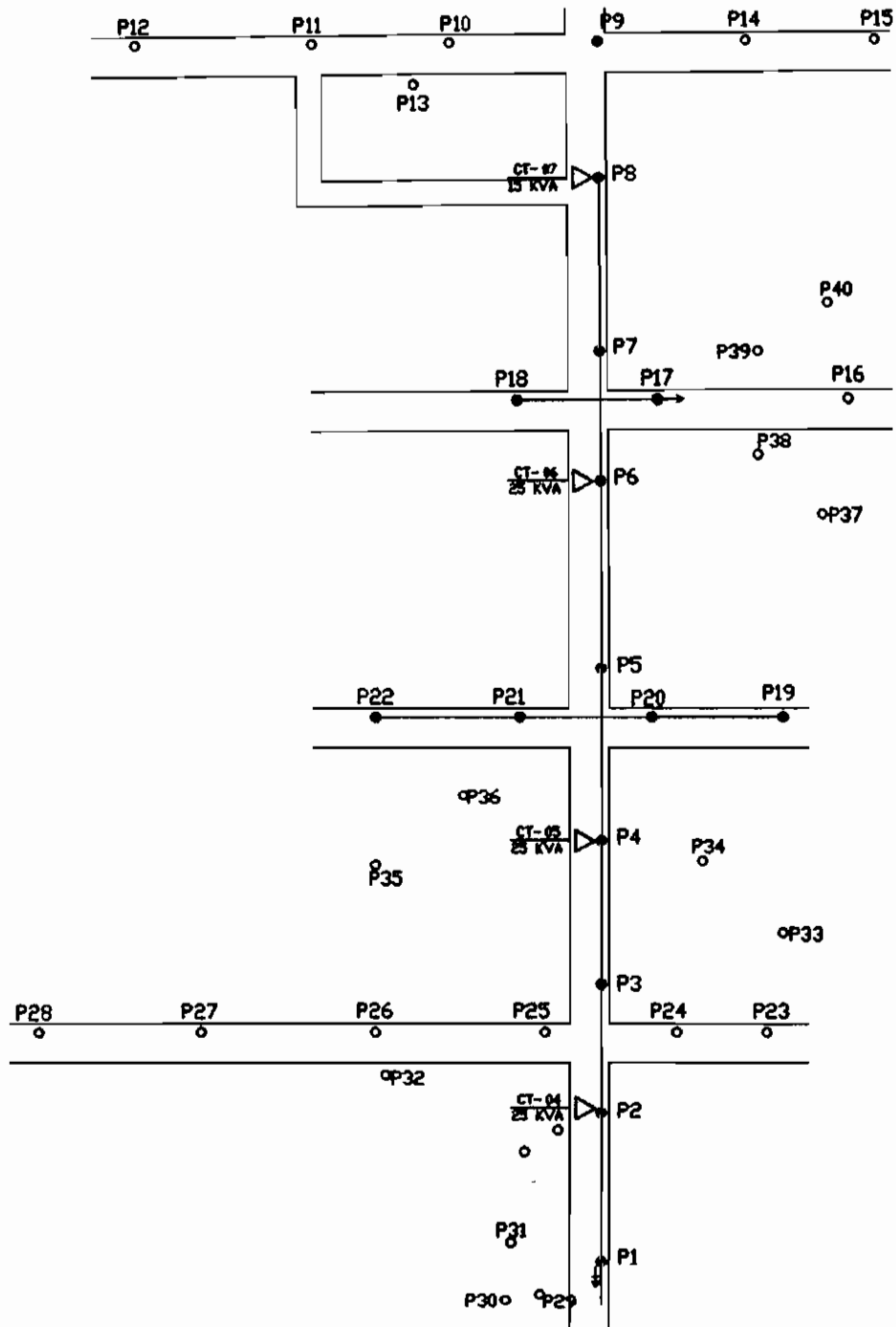
CIUDADELA ' LAS RETAMAS '  
 CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO



DIBUJO:	WJVM
APROBADO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	4 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' LAS RETAMAS '  
 ACOMETIDAS

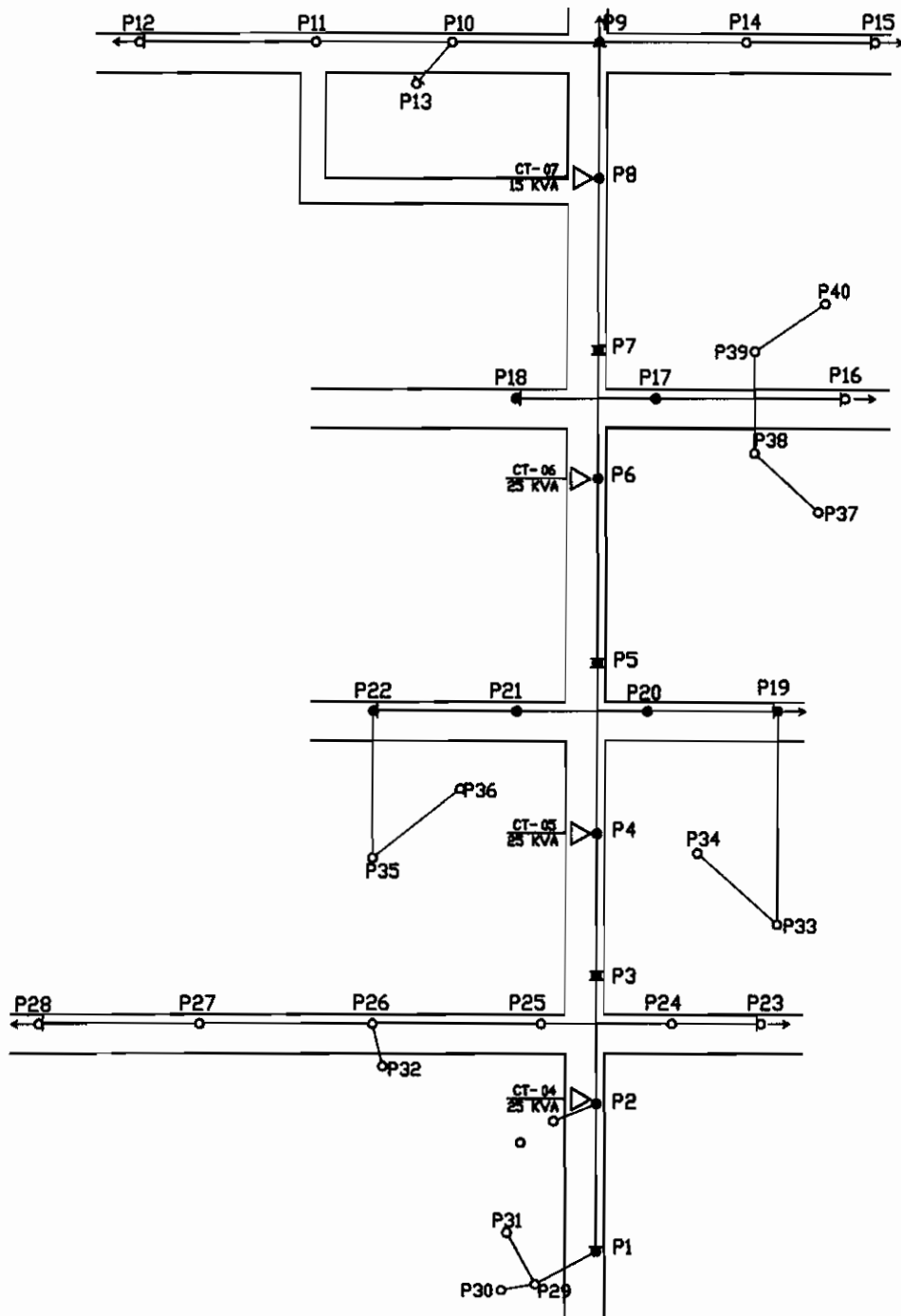


DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA	1 DE 4

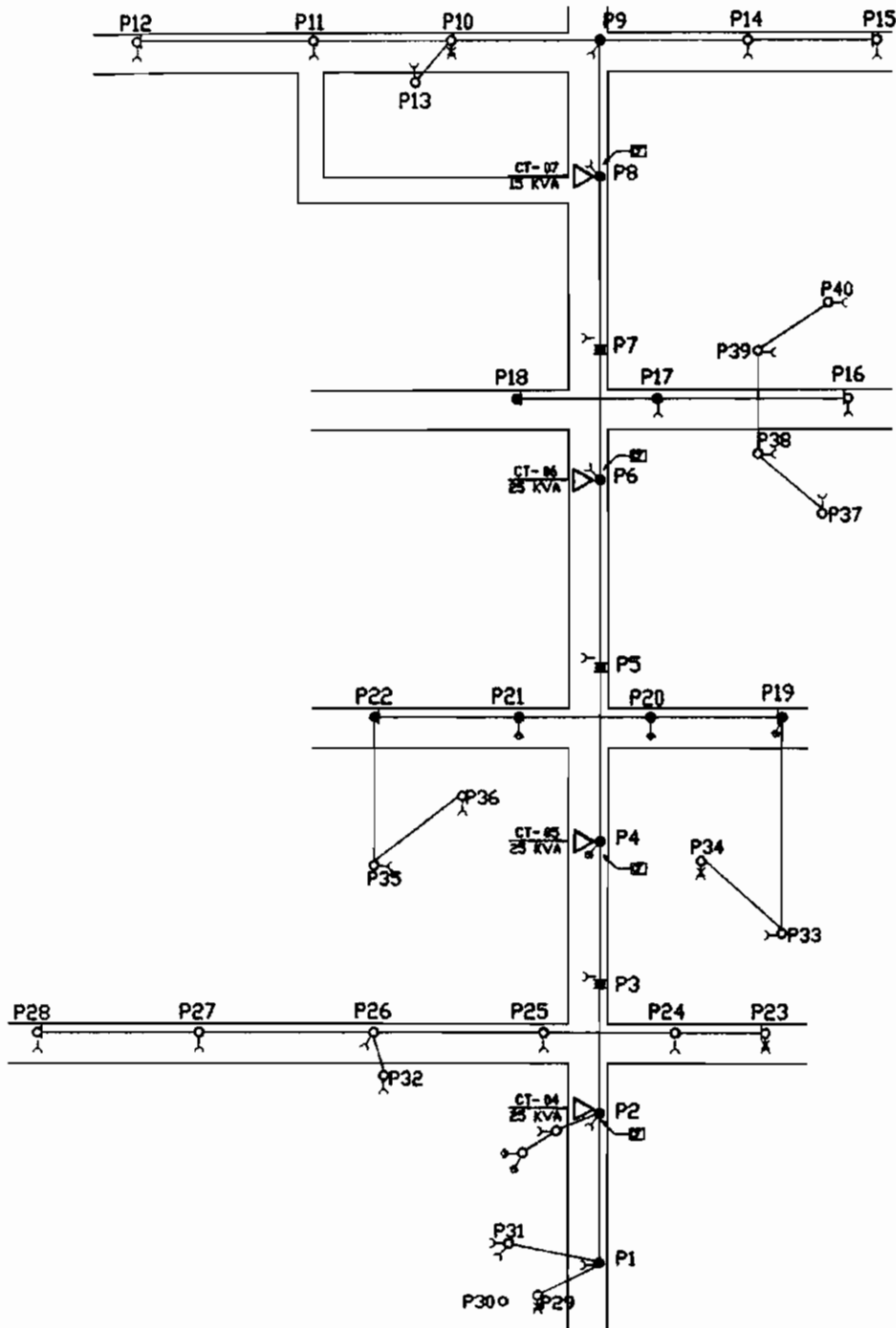
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' CEMENTO CHIMBORAZO '  
 CIRCUITO DE ALTA TENSION





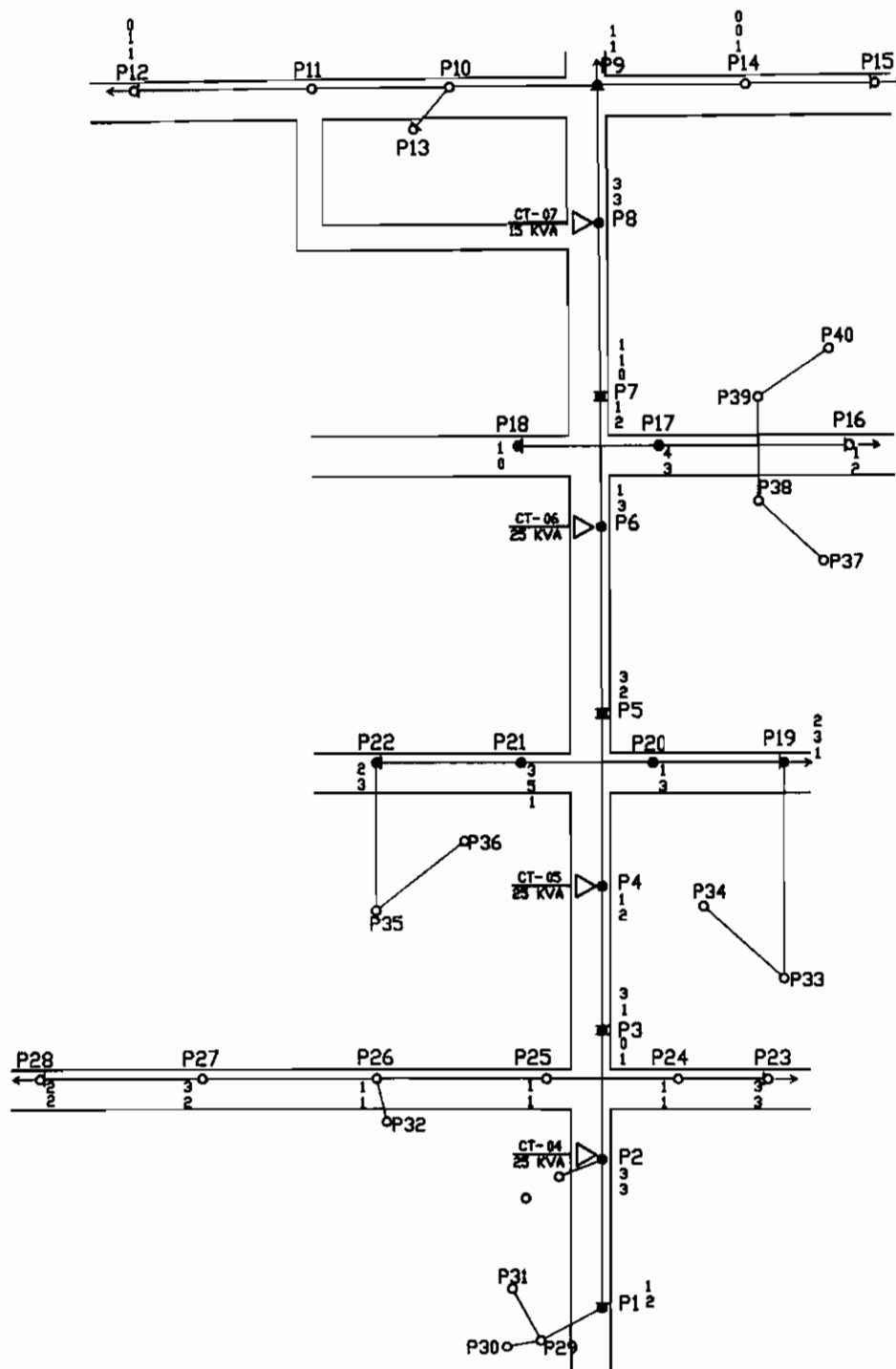
DIBUJO: WJVM	<b>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA TESIS DE GRADO  CIUDADELA ' CEMENTO CHIMBORAZO ' CIRCUITOS DE BAJA TENSION
APROBO: ING. VICTOR DREJUELA	
FECHA: ENERO DE 1997	
ESCALA: 1 : 2000	
HOJA 2 DE 4	



DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR DREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	3 DE 4

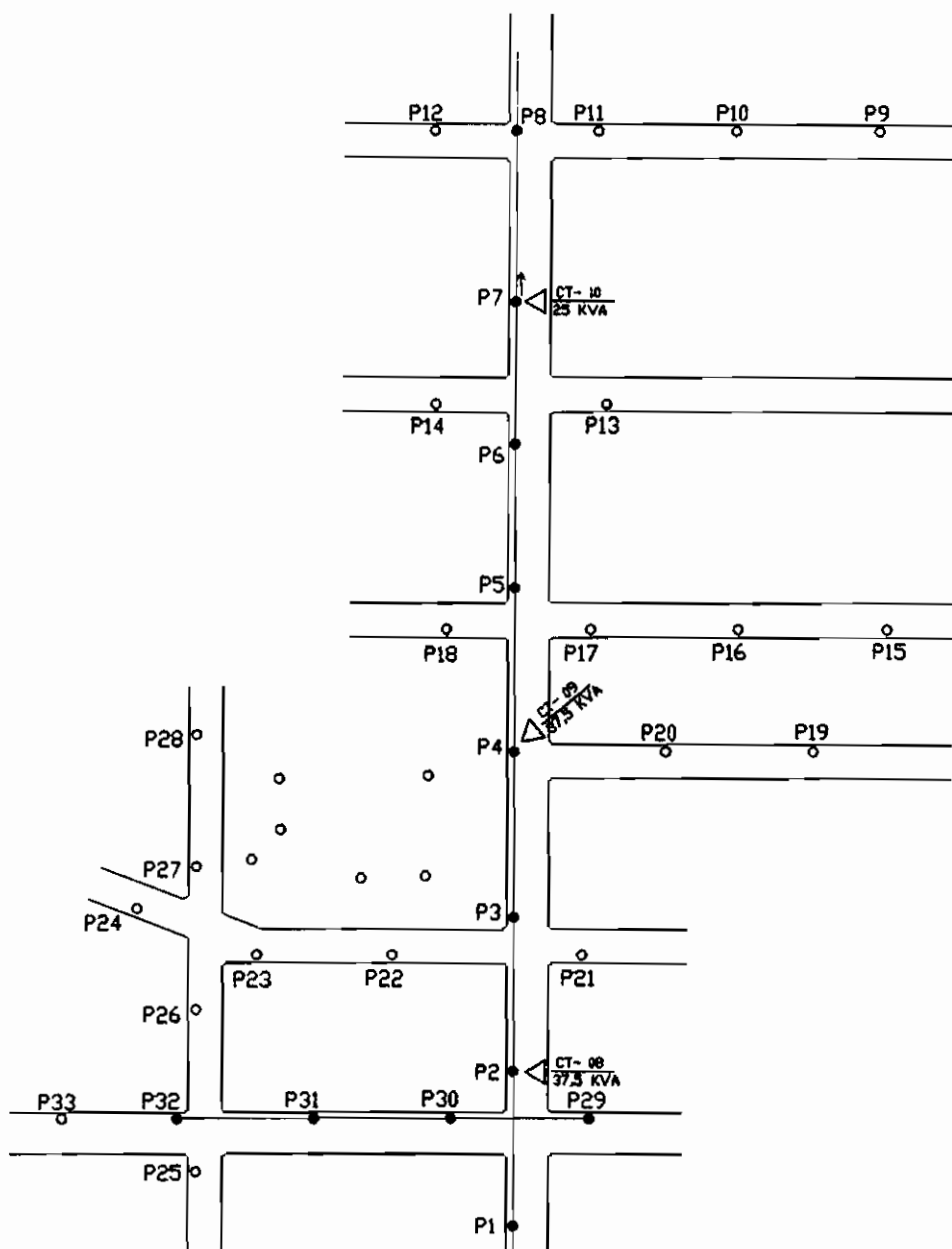
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' CEMENTO CHIMBORAZO '  
 CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO



DIBUJO:	WJVM
APROBADO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	4 DE 4

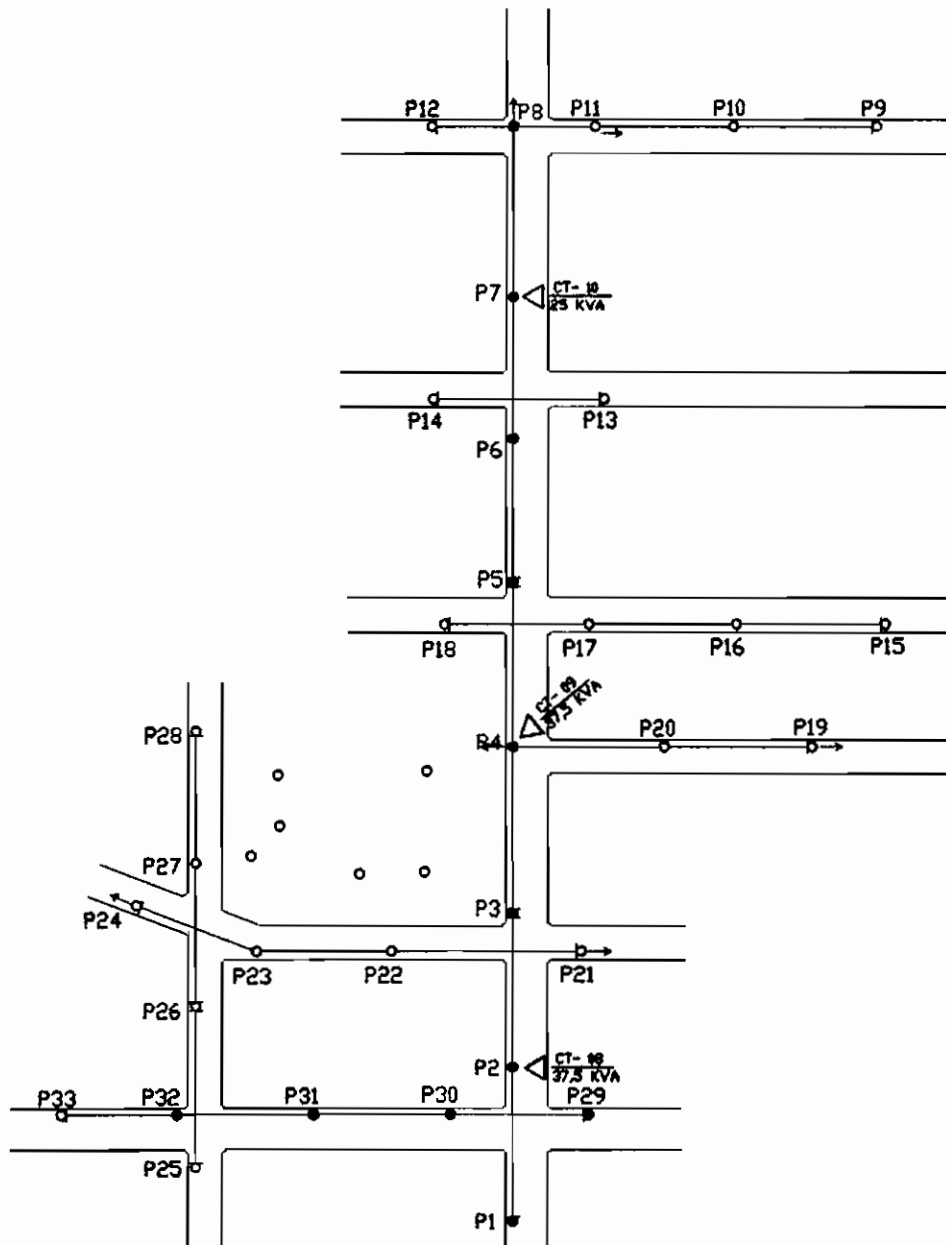
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO  
 CIUDADELA ' CEMENTO CHIMBORAZO ' ACOMETIDAS



DIBUJO:	WJVM
APROBADO:	ING. VICTOR DREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA	1 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

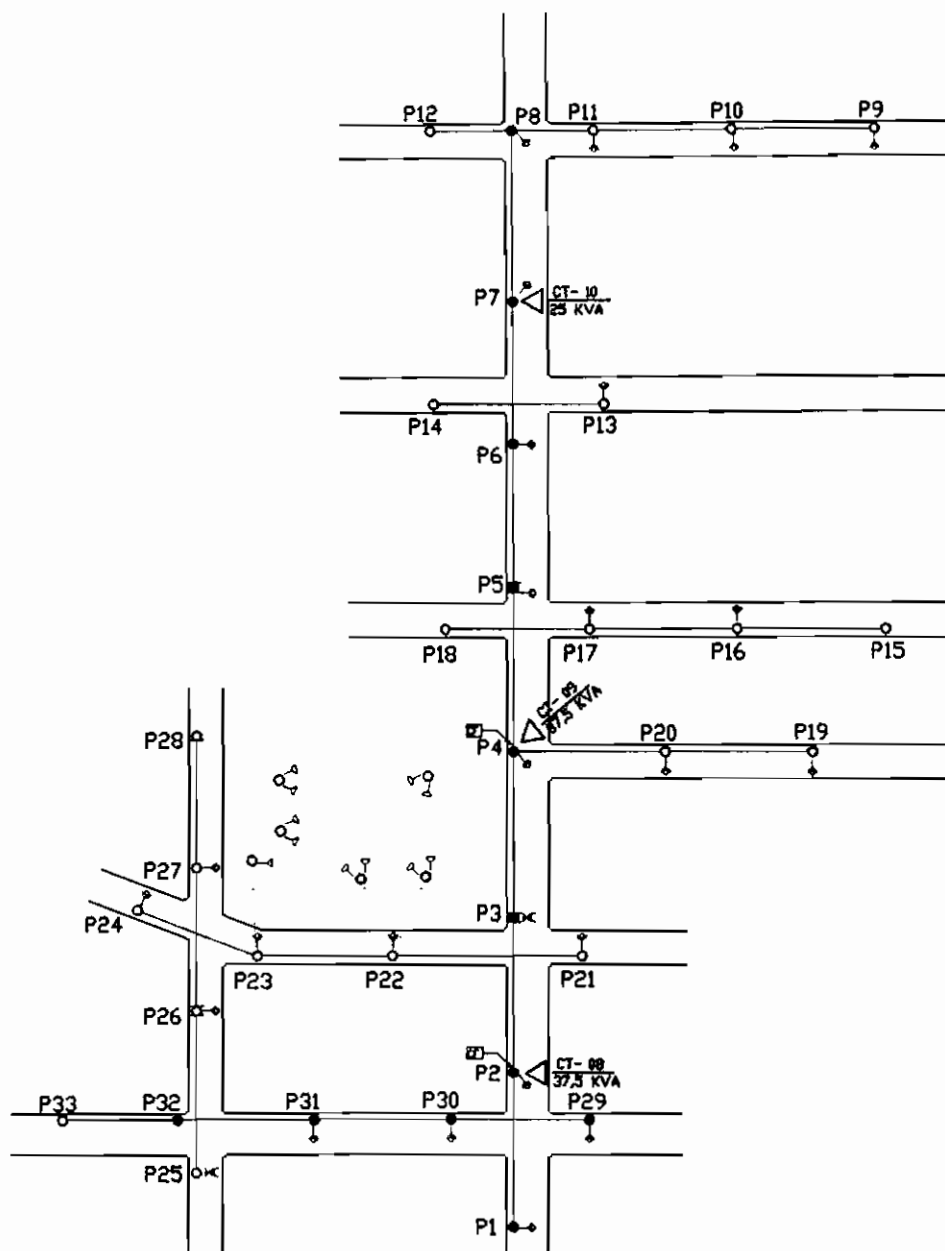
CIUDADELA ' LOS PINOS '  
 CIRCUITO DE ALTA TENSION



DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR DREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	2 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

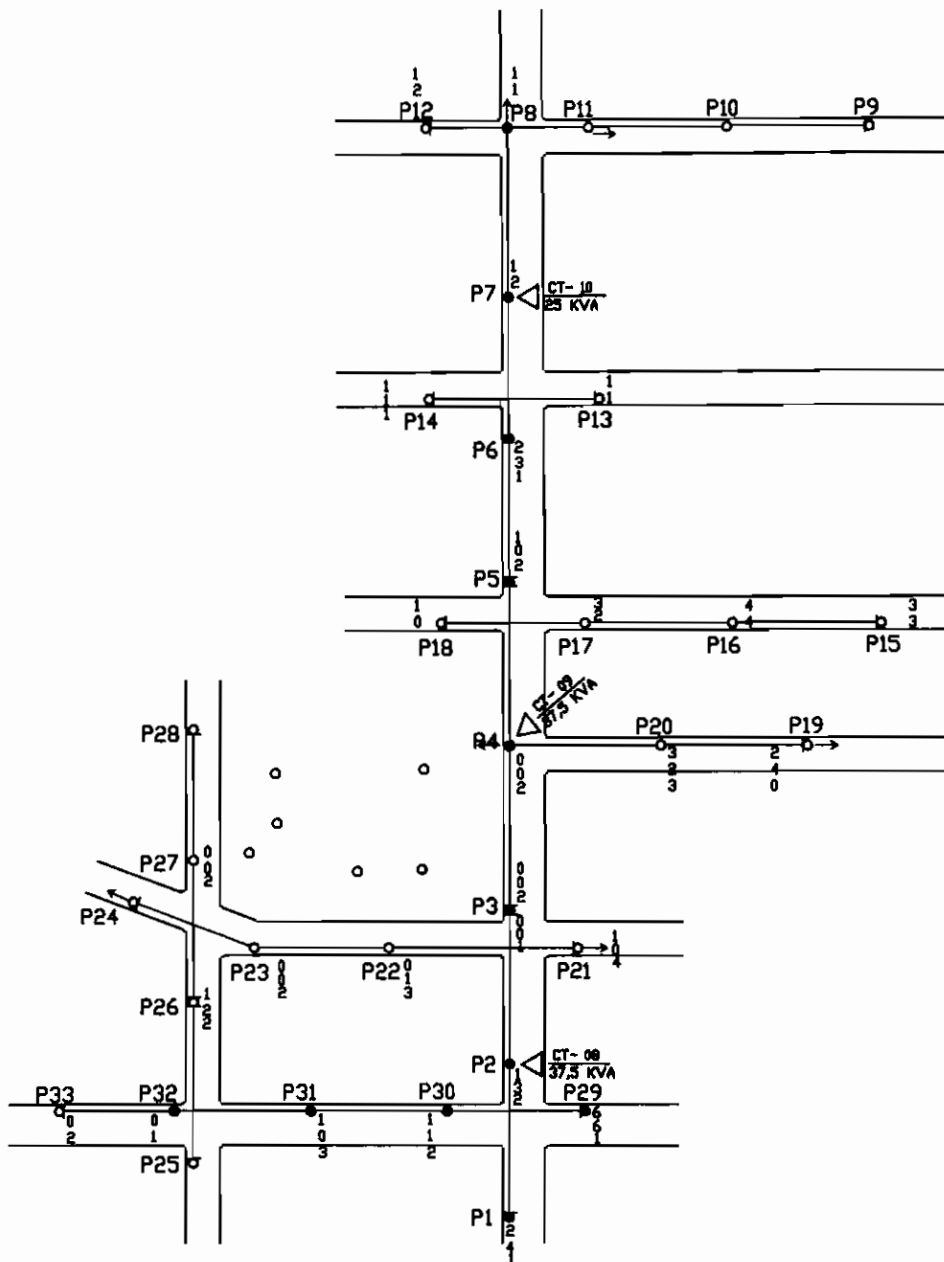
CIUDADELA ' LOS PINOS '  
 CIRCUITOS DE BAJA TENSION



DIBUJO:	WJVM
APROBADO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA:	3 DE 4

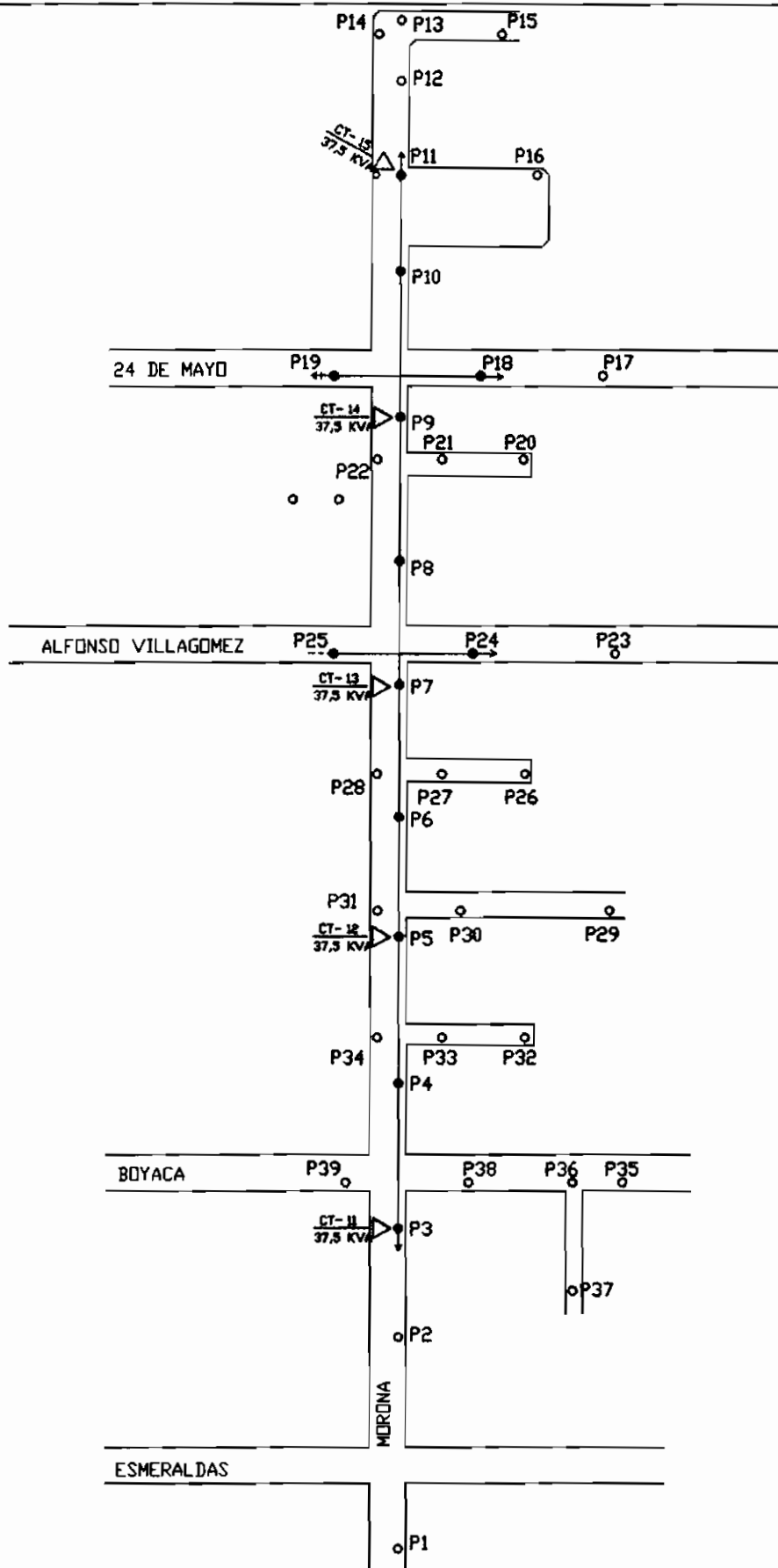
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' LOS PINOS '  
 CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUDADELA ' LOS PINOS '  
 ACOMETIDAS



DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA	1 DE 4

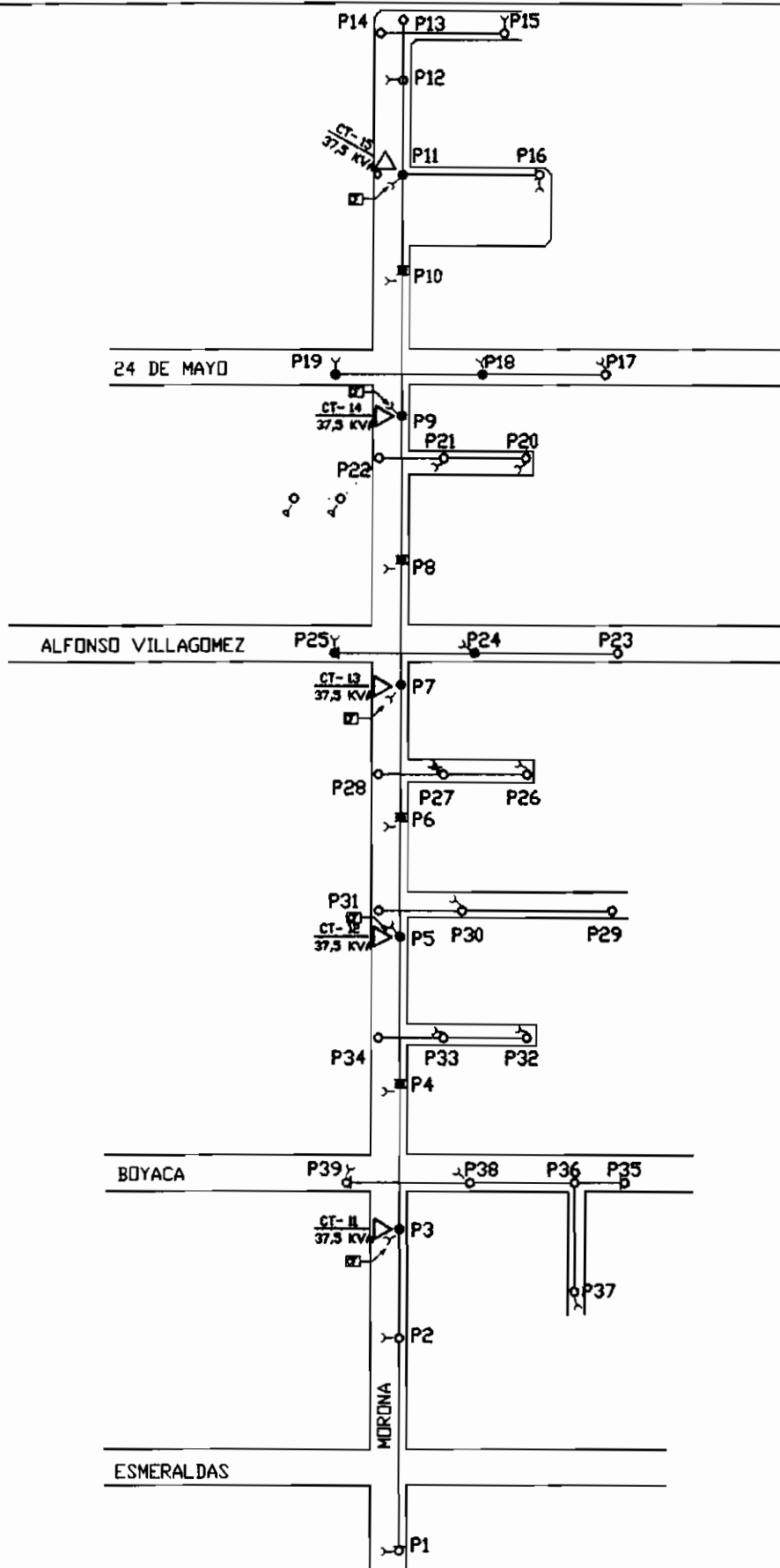
## ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
TESIS DE GRADO

CIUDADELA "LA PAZ"  
CIRCUITO DE ALTA TENSION



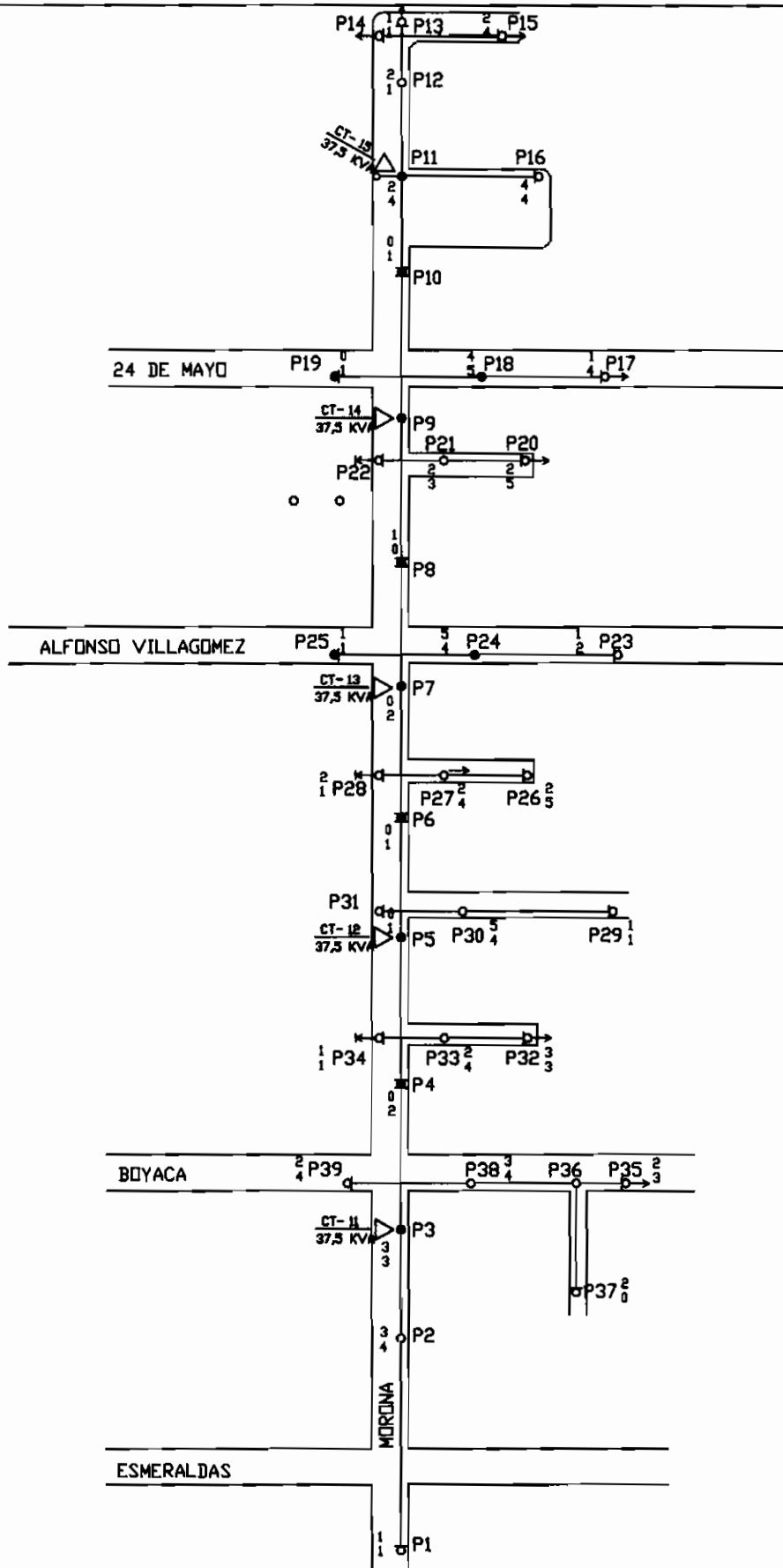




DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HOJA	3 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

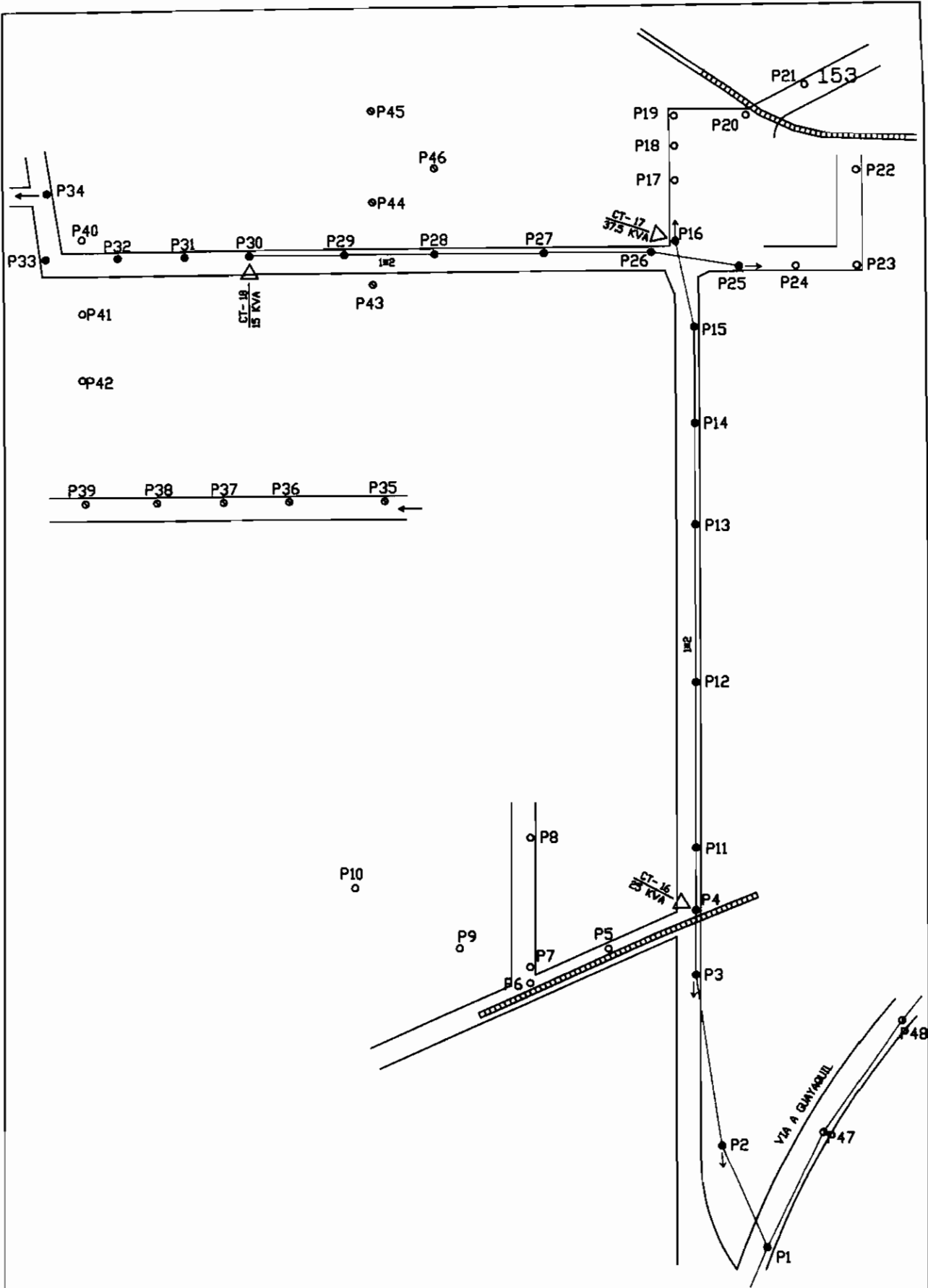
CIUDADELA ' LA PAZ '  
 CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO



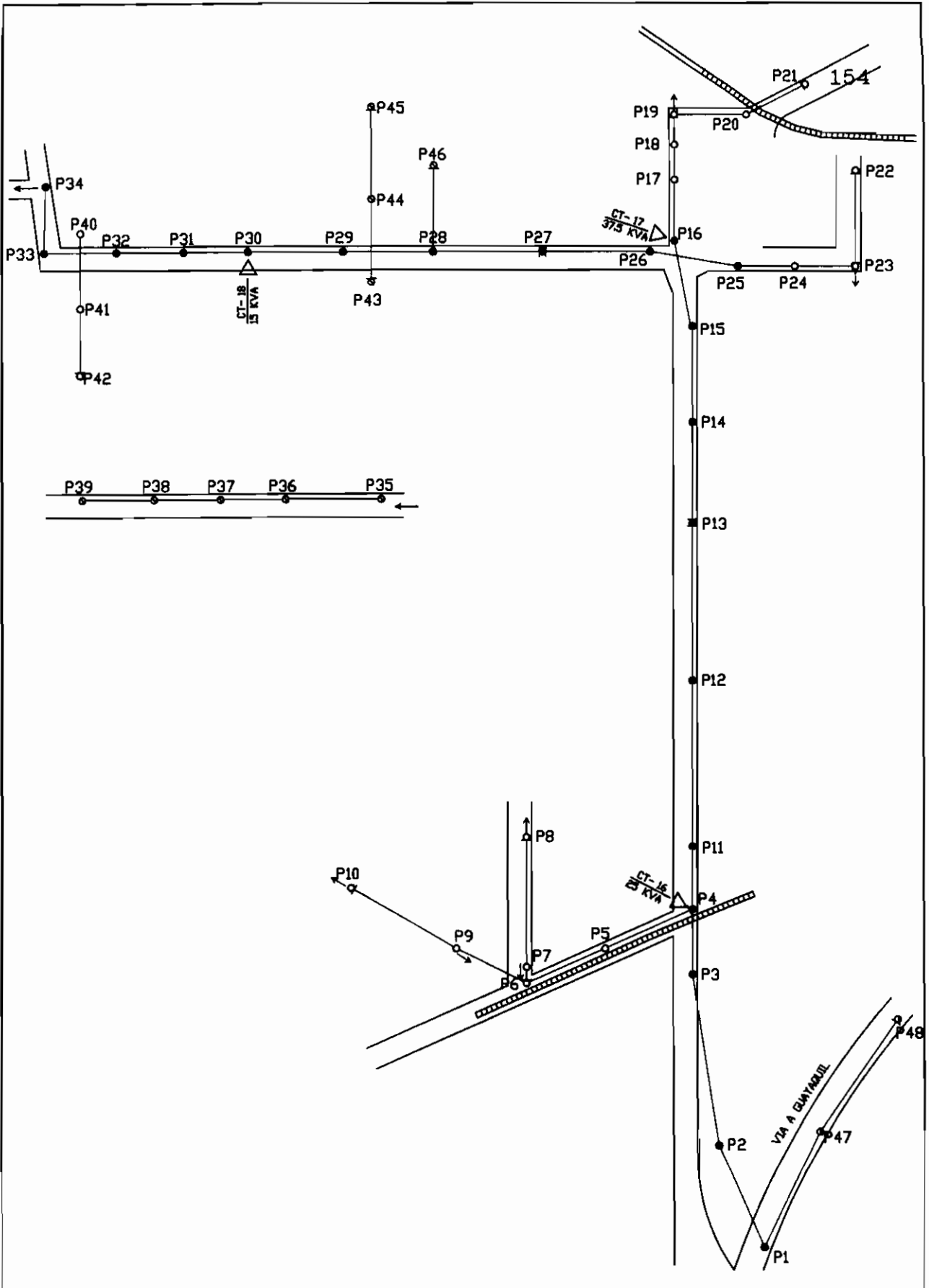
DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2000
HQJA	4 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

CIUADELA ' LA PAZ '  
 ACOMETIDAS



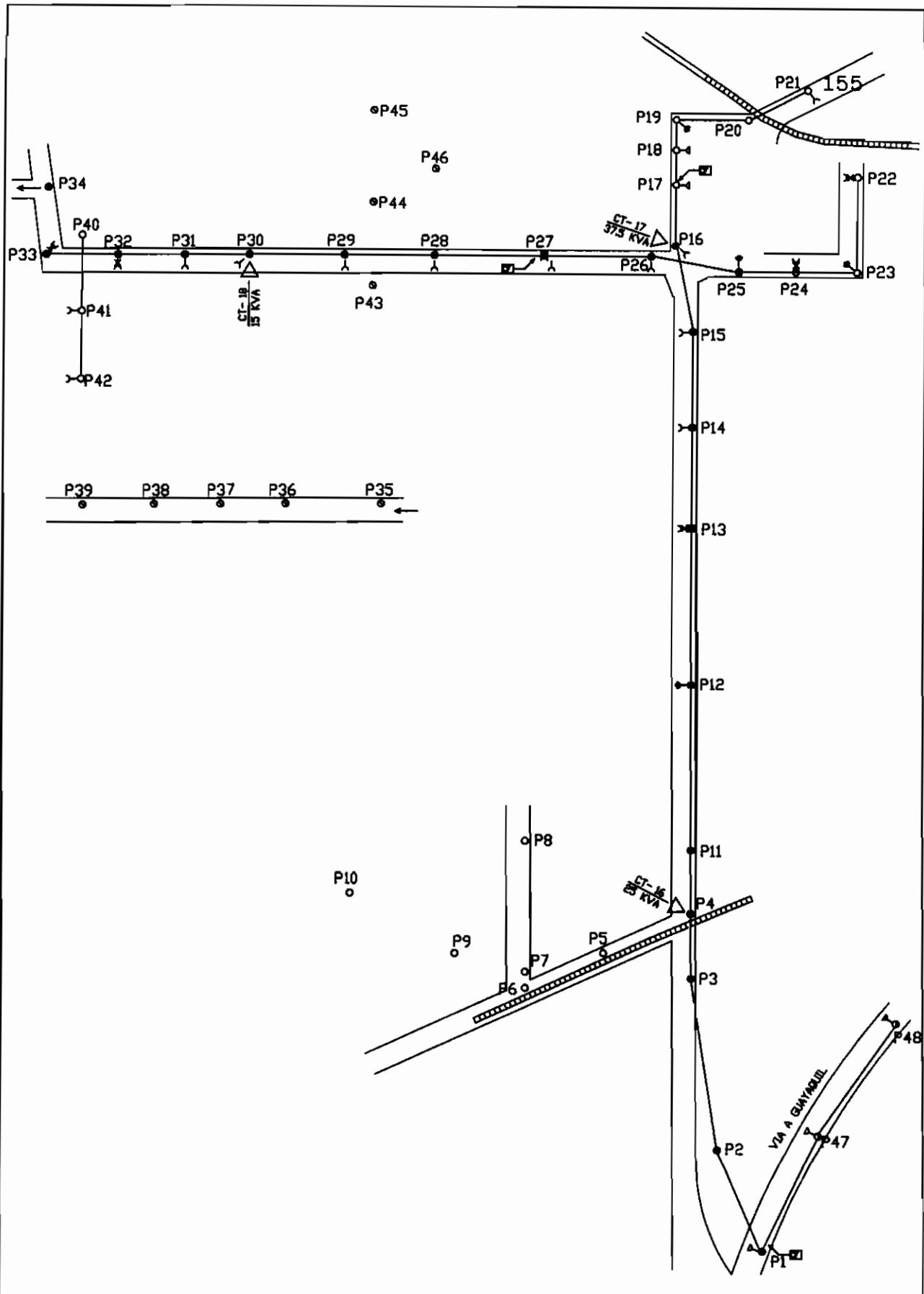
DIBUJÓ: WJVM	<b>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA TESIS DE GRADO  LICAN CIRCUITO DE ALTA TENSION
APROBÓ: ING. VICTOR OREJUELA	
FECHA: ENERO DE 1997	
ESCALA: 1 : 2500	
HOLJA 1 DE 4	



DIBUJÓ:	WJVM
APROBÓ:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2500
HOLJA:	2 DE 4

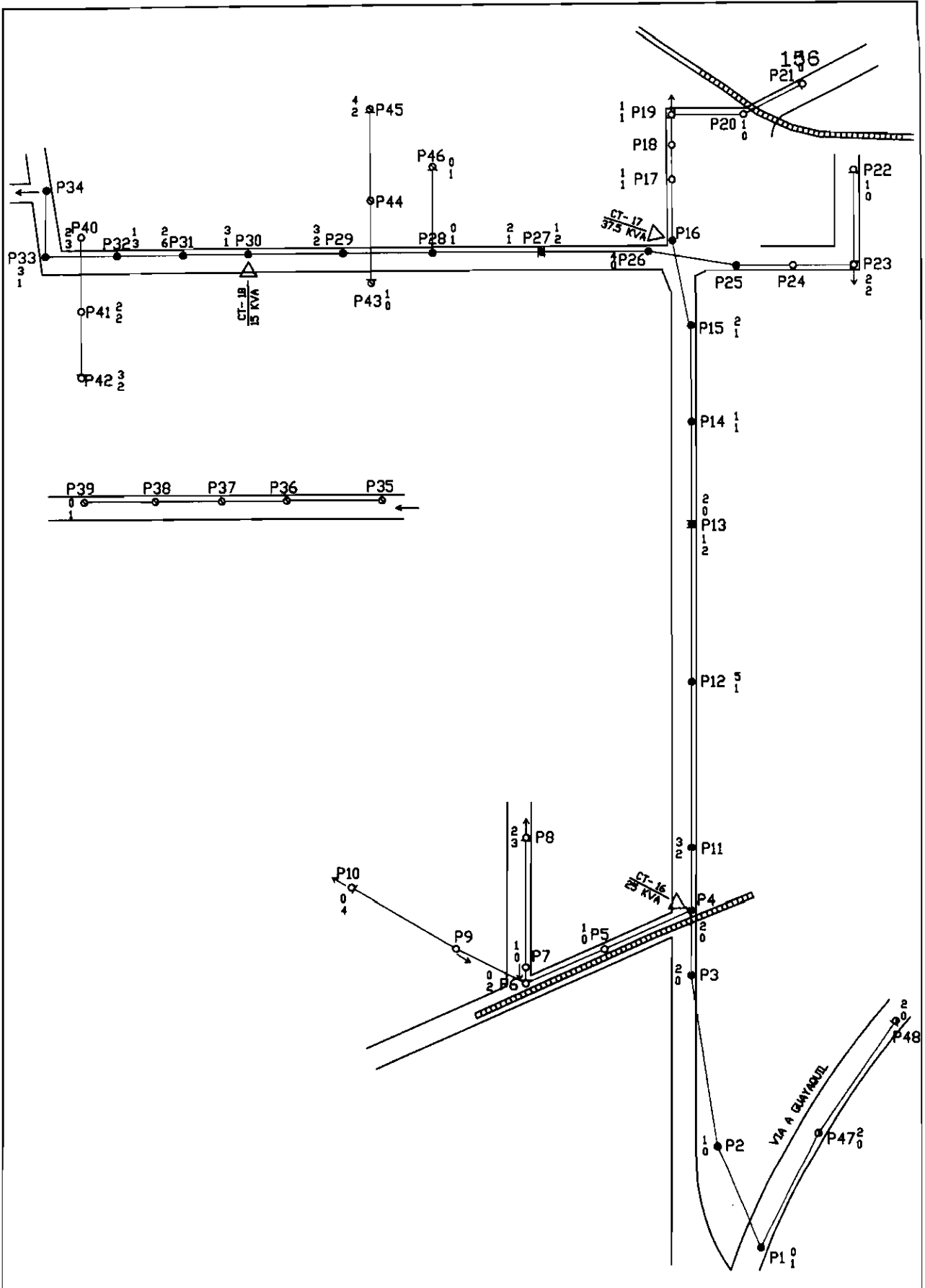
**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO

LICAN  
 CIRCUITOS DE BAJA TENSION



DIBUJO:	WJVM
APROBÓ:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2500
HOJA	3 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO  
  
**LICAN**  
 CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO



DIBUJO:	WJVM
APROBO:	ING. VICTOR OREJUELA
FECHA:	ENERO DE 1997
ESCALA:	1 : 2500
HOJA	4 DE 4

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA  
 TESIS DE GRADO  
  
 LICAN  
 ACOMETIDAS

## **APENDICE IX**

**DETERMINACION DEL CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA DE LOS  
ABONADOS EN ESTUDIO**



**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA LAS RETAMAS (01)**

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
1	41683	14-jul-86	R2	211	121	133
2	34214	23-jun-84	R2	129	285	157
3	24	1-jul-82	R2	145	139	99
4	37984	26-may-94	R3	569	673	552
5	37983	15-jun-85	R3	730	932	752
6	40622	12-abr-86	R1	94	113	122
7	40418	14-feb-86	R2	221	235	213
8	33	7-may-80	R2	210	264	243
9	34	10-jun-82	R2	211	193	203
10	54187	8-mar-89	R2	146	53	4
11	98290	27-jul-94	R2	175	229	192
12	98289	27-jul-94	R1	138	144	126
13	98288	27-jul-94	R1	37	8	8
14	67180	12-jun-90	R1	146	116	129
15	99925	18-ene-95	R1	176	172	118
16	28	27-jun-81	R1	97	95	105
17	85563	13-ene-92	R1	111	42	15
18	47	23-ene-82	R1	37	36	30
19	17	25-feb-83	R1	113	152	159
20	16	25-feb-83	R1	132	117	27
21	41	15-ago-81	R1	85	146	100
22	96318	21-ene-94	R1	73	79	88
23	99489	2-dic-94	R2	258	359	337
24	36312	19-oct-84	R1	70	83	79
25	36313	19-oct-84	R1	218	195	191
26	43396	10-nov-86	R1	89	108	115
27	43397	10-nov-86	R2	71	157	186
28	64934	15-mar-90	R2	205	195	168
29	64933	15-mar-90	R1	98	104	110
30	99242	7-feb-94	R1	136	79	111
31	82549	16-ago-91	R1	147	152	146
32	46140	30-dic-93	R3	729	291	1111
33	20	14-sep-96	R1	64	31	39
34	37985	24-abr-85	R2	235	290	279
<b>TOTAL</b>				<b>6,306</b>	<b>6,388</b>	<b>6,447</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA CEMENTO CHIMBORAZO (02)**

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
1	95395	27-oct-93	R1	102	268	200
2	39143	31-ago-85	R1	134	136	101
3	39144	31-ago-85	R1	115	117	102
4	51473	29-ago-86	R2	253	251	222
5	106482	1-jun-96	R1	155	174	157
6	54466	27-abr-89	R2	193	197	191
7	36306	12-sep-84	R1	130	103	126
8	34815	18-jul-84	R1	119	136	141
9	43000	10-nov-86	R2	247	192	186
10	70065	1-oct-90	R1	47	110	66
11	55990	18-ago-89	R2	250	207	284
12	96164	16-dic-93	R1	112	104	106
13	41679	10-jun-86	R1	94	86	72
14	103798	29-sep-95	R1	49	75	53
15	49313	4-ene-88	R1	52	57	57
16	7235	2-oct-89	R1	166	194	149
17	42834	3-oct-86	R1	83	91	152
18	42833	3-oct-86	R2	201	217	206
19	98304	17-ago-94	R2	242	238	218
20	51008	9-jul-88	R2	174	172	154
21	100916	2-may-95	R1	118	118	95
22	57501	28-nov-89	R1	347	337	298
23	7870	9-oct-85	R1	162	179	157
24	83867	13-ago-92	R2	262	160	155
25	37258	4-ene-85	R2	189	229	184
26	98305	17-ago-94	R2	140	152	140
27	51005	28-jul-88	R1	84	83	95
28	51004	28-jul-88	R1	102	95	128
29	100918	2-may-95	R1	89	56	97
30	56377	5-sep-89	R1	109	98	92
31	55525	5-jul-93	R1	86	91	76
32	53722	1-feb-89	R1	58	54	62
33	47390	28-sep-94	R1	29	34	33
34	47391	28-sep-94	R1	128	131	107
35	34073	26-abr-91	R1	98	103	100
36	37990	4-may-85	R1	151	135	131
37	99699	12-sep-94	R1	146	134	124
38	93038	31-mar-93	R1	70	83	107
39	36309	16-oct-84	R1	130	153	135
40	36308	16-oct-84	R1	27	26	26
41	100656	29-mar-95	R1	11	11	8
42	83865	10-sep-91	R1	92	84	68
43	83866	10-sep-91	R2	199	192	210
44	37186	25-sep-84	R1	181	174	125
45	39142	9-dic-86	R1	15	24	22
46	97485	9-may-94	R2	288	276	244
47	52225	12-oct-89	R1	55	62	62
48	38389	1-jun-85	R1	93	90	83
<b>TOTAL</b>				<b>6,377</b>	<b>6,489</b>	<b>6,107</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA CEMENTO CHIMBORAZO (02)**

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
49	90973	7-dic-92	R1	108	97	117
50	37989	30-may-85	R1	120	113	104
51	37988	30-may-85	R1	98	103	70
52	55983	17-ago-89	R1	100	96	103
53	38735	20-sep-85	R1	127	111	102
54	38736	17-jun-94	R1	70	80	79
55	37259	12-sep-84	R1	156	88	77
56	37189	5-dic-84	R1	98	96	91
57	37190	5-dic-84	R1	31	37	36
58	52223	20-oct-89	R1	114	114	112
59	87029	11-mar-92	R2	379	413	264
60	51007	26-abr-96	R1	52	63	84
61	536	20-nov-81	R2	101	141	172
62	105012	30-ene-96	R2	329	159	177
63	84402	2-oct-91	R2	132	174	169
<b>TOTAL</b>				<b>2,015</b>	<b>1,885</b>	<b>1,757</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA LOS PINOS (03)**

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
1	1810	12-sep-94	R2	324	244	274
2	37465	22-mar-85	R1	96	83	84
3	1672	18-nov-77	R1	138	139	80
4	1641	28-jul-77	R2	186	157	171
5	1642	14-may-96	R2	241	200	187
6	1643	12-mar-77	R1	527	183	159
7	1671	11-jun-77	R1	56	33	28
8	90991	11-dic-92	R1	65	51	57
9	1670	2-jun-77	R2	210	201	208
10	1669	28-oct-77	R2	206	181	205
11	1647	10-jun-77	R2	151	90	126
12	1646	2-jun-77	R1	179	134	147
13	1645	2-jun-77	R1	44	54	66
14	1644	4-jun-77	R2	180	144	170
15	1667	10-jun-77	R2	71	120	135
16	1668	1-jun-77	R2	147	121	135
17	1666	18-ago-77	R2	359	201	258
18	1649	29-jul-82	R1	34	37	27
19	1648	20-jun-77	R1	155	128	118
20	1958	15-jun-77	R2	246	281	233
21	1780	22-jun-77	R1	114	102	101
22	1779	14-oct-77	R1	37	47	75
23	1957	14-oct-77	R1	59	71	61
24	1845	4-jun-77	R2	156	159	144
25	1781	22-jun-77	R1	104	70	84
26	1782	19-jul-77	R1	97	114	111
27	1650	5-ago-77	R1	60	56	54
28	1712	6-may-90	R1	88	105	117
<b>TOTAL</b>				<b>4,330</b>	<b>3,506</b>	<b>3,615</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA LA PAZ (04)**

161

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
1	101025	17-may-95	R2	252	273	187
2	91400	15-ene-93	R1	110	114	134
3	93117	2-abr-93	R1	143	137	126
4	94269	21-jun-93	R1	86	67	76
5	85891	30-ene-92	R1	70	59	57
6	90413	29-oct-92	R1	110	103	122
7	89794	11-sep-92	R1	168	180	163
8	92077	22-ene-93	R1	37	40	31
9	103750	15-sep-95	R1	37	31	37
10	70124	1-dic-92	R1	177	202	142
11	90670	4-nov-92	R2	94	137	135
12	92086	29-ene-93	R1	109	130	112
13	91420	19-oct-92	R1	155	150	151
14	96222	27-dic-93	R1	105	116	111
15	70134	3-oct-90	R2	229	185	310
16	81932	30-may-91	R1	148	163	136
17	10281	25-feb-94	R1	168	184	142
18	81615	20-may-91	R1	122	115	121
19	81607	4-jun-91	R2	280	269	263
20	85528	15-ene-92	R1	127	120	112
21	82662	24-jul-91	R1	54	34	47
22	106279	7-may-96	R1	131	129	108
23	106523	31-may-96	R1	154	168	146
24	50433	25-feb-94	R1	50	19	31
25	97571	21-mar-94	R1	99	86	96
26	93386	28-abr-93	R2	272	202	308
27	92590	17-feb-93	R2	275	128	144
28	69505	18-sep-90	R1	11	18	25
29	81611	28-may-91	R1	50	42	45
30	92598	17-feb-93	R1	84	96	81
31	100330	28-feb-95	R1	145	108	127
32	96223	16-dic-93	R2	196	195	188
33	101032	23-may-95	R1	32	33	51
34	96729	21-jul-90	R1	53	55	70
35	90416	18-oct-92	R1	85	99	79
36	82661	15-dic-91	R1	81	81	73
37	105471	24-mar-96	R1	65	71	64
38	81933	2-jul-93	R1	50	17	47
39	67156	8-jun-91	R1	139	138	121
40	5907	12-ene-96	R1	90	107	101
41	69501	18-sep-90	R1	113	114	97
42	70146	3-oct-90	R1	26	47	30
43	70159	26-sep-90	R2	199	210	159
44	85087	26-dic-91	R1	77	95	93
45	8280	18-sep-90	R2	147	127	132
46	69507	18-sep-90	R1	52	70	66
47	69519	11-sep-90	R1	68	75	69
48	70158	26-sep-90	R1	155	203	159
49	80076	22-nov-90	R1	113	101	95
50	87159	23-mar-92	R2	247	270	213
<b>TOTAL</b>				<b>6,040</b>	<b>5,913</b>	<b>5,733</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA LA PAZ (04)**

162

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
51	88314	30-nov-95	R1	121	89	68
52	81612	28-may-91	R1	124	125	107
53	80077	22-nov-90	R1	79	117	126
54	70128	11-oct-90	R1	137	161	120
55	90673	4-nov-92	R1	125	118	100
56	91395	19-ene-93	R1	36	37	25
57	70153	2-oct-90	R1	113	98	88
58	77121	14-jul-90	R1	117	105	97
59	92602	11-feb-93	R1	176	184	125
60	91412	15-ene-93	R1	81	104	94
61	94275	1-jul-93	R2	165	159	139
62	83980	28-ago-91	R1	61	121	123
63	70132	11-oct-90	R1	123	122	113
64	82658	22-jul-91	R1	81	83	108
65	70154	3-oct-90	R1	138	150	124
66	69520	12-sep-90	R2	126	107	118
67	70148	3-oct-90	R2	223	292	262
68	70137	10-oct-90	R1	115	127	61
69	92083	29-ene-93	R1	109	102	100
70	70136	8-oct-90	R1	142	147	111
71	70139	3-oct-90	R1	115	122	89
72	8936	26-oct-92	R2	145	167	185
73	80075	23-nov-90	R1	114	117	100
74	70152	21-oct-90	R1	110	87	66
75	83477	28-jul-91	R1	80	108	88
76	92082	21-ene-93	R1	80	108	88
77	91411	15-ene-93	R1	135	129	122
78	80079	22-nov-90	R1	75	70	87
79	96034	22-nov-93	R1	112	125	120
80	69502	18-sep-90	R1	183	223	169
81	81605	4-jun-91	R1	99	105	87
82	70140	8-oct-90	R1	85	70	104
83	94692	23-jul-93	R1	137	138	114
84	84476	14-abr-92	R2	225	228	193
85	87160	11-mar-92	R1	277	117	90
86	80080	22-nov-90	R2	241	221	230
87	70131	29-dic-95	R2	198	193	160
88	81604	4-jun-91	R1	43	48	54
89	88732	16-jul-92	R2	190	234	223
90	80082	21-jun-96	R1	91	94	86
91	70160	1-oct-90	R1	151	158	141
92	85526	17-feb-92	R1	158	172	154
93	69514	18-sep-90	R1	120	80	92
94	80078	22-nov-90	R1	60	114	126
95	93119	30-mar-93	R1	136	188	145
96	80081	9-nov-90	R2	407	420	356
97	69518	12-sep-90	R1-	106	105	123
98	98904	22-sep-84	R1	77	62	65
99	85527	7-ene-92	R1	67	37	63
100	81614	5-ago-94	R1	210	217	132
<b>TOTAL</b>				<b>6,619</b>	<b>6,805</b>	<b>6,061</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
CIUDADELA LA PAZ (04)**

163

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
101	70149	2-oct-90	R1	52	151	70
102	105096	12-ene-96	R2	159	219	211
103	85524	30-sep-91	R1	97	114	112
104	70130	11-oct-90	R2	175	176	163
105	69499	18-sep-90	R1	50	133	67
106	69496	27-jul-91	R1	120	119	114
107	84477	25-oct-91	R2	253	179	193
108	69512	12-sep-90	R1	208	119	141
109	70151	2-oct-90	R1	133	121	85
110	70129	15-oct-90	R1	158	176	173
111	96844	30-mar-94	R1	128	137	118
112	101028	5-may-95	R1	118	118	140
113	68239	10-jul-91	R1	115	132	133
114	70161	1-oct-90	R1	72	130	100
115	81934	29-may-91	R1	40	58	67
116	89795	22-sep-92	R1	293	218	179
117	87298	14-oct-92	R1	123	115	103
118	70156	11-dic-96	R1	198	142	151
119	89791	4-sep-92	R1	33	36	127
120	70147	8-oct-90	R1	77	71	102
121	81608	4-jun-91	R1	293	270	122
122	80085	22-nov-90	R1	130	152	200
123	70163	28-sep-90	R1	132	143	136
124	88313	22-jun-92	R1	112	114	116
125	85890	30-ene-92	R1	97	119	128
126	83977	28-ago-91	R1	72	82	65
127	81931	5-jun-91	R2	172	166	137
128	31578	10-nov-91	R1	34	36	61
129	96221	20-dic-93	R2	236	268	236
130	56418	17-mar-96	R2	200	262	172
131	81613	28-may-91	R1	167	108	107
132	69508	18-sep-90	R1	114	103	106
133	101027	5-may-95	R1	150	163	135
134	83478	28-jul-91	R1	190	134	123
135	80084	22-nov-90	R1	123	142	101
136	91394	19-ene-93	R1	168	180	150
137	101026	17-may-95	R1	110	96	157
138	81610	28-may-91	R1	107	72	85
139	8887	3-oct-90	R1	128	87	128
140	70143	3-oct-90	R1	104	121	108
141	91398	18-dic-92	R1	68	44	65
142	69513	18-sep-90	R1	74	138	115
143	90774	16-sep-92	R1	110	58	61
144	90414	26-oct-92	R1	76	78	107
145	70144	3-oct-90	R2	152	129	159
146	87158	6-feb-92	R1	113	131	128
147	70162	1-oct-90	R2	82	157	118
148	83476	8-ago-91	R2	191	200	122
149	83981	13-sep-91	R2	205	208	213
150	94272	21-jun-93	R2	117	156	139
<b>TOTAL</b>				<b>6,629</b>	<b>6,781</b>	<b>6,349</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
LICAN (05)**

164

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
1	70497	8-may-91	R2	84	135	89
2	57611	15-feb-86	R2	109	197	144
3	47905	24-ago-87	R1	102	103	90
4	82759	13-jul-91	R1	84	72	59
5	94351	16-jul-93	R1	109	123	113
6	96054	6-dic-93	R1	65	64	49
7	99152	18-oct-94	R1	49	42	28
8	96247	4-ene-94	R1	13	22	14
9	104726	2-dic-95	R1	62	62	40
10	95271	7-dic-95	R1	129	97	112
11	14941	31-jul-75	R1	60	61	32
12	96053	25-nov-93	R2	219	187	142
13	49976	23-mar-88	R1	66	68	72
14	69279	1-ago-90	R2	123	173	154
15	69278	1-ago-90	R1	101	163	94
16	94723	26-jul-93	R2	159	198	146
17	56499	17-sep-89	R1	80	80	63
18	94350	7-jul-93	R1	103	110	90
19	70183	25-oct-90	R1	71	80	77
20	49978	7-mar-88	R1	50	54	41
21	51643	15-sep-88	R2	158	233	190
22	35355	2-abr-84	R1	41	59	55
23	82758	25-jul-91	R1	102	95	85
24	51641	30-sep-93	R2	200	175	97
25	37974	16-may-85	R2	141	164	121
26	87223	25-mar-92	R1	141	152	105
27	48642	27-mar-92	R1	35	18	16
28	14942	15-ago-75	R1	176	128	158
29	37393	8-mar-85	R1	65	67	63
30	34214	18-abr-85	R1	78	83	97
31	90445	18-oct-92	R2	60	56	47
32	52319	1-nov-88	R1	111	140	97
33	38699	16-jun-94	R1	88	30	129
34	32407	28-oct-83	R1	80	97	69
35	53148	6-ene-89	R1	30	55	60
36	14940	18-dic-75	R1	114	120	97
37	47906	19-ago-87	R1	29	48	39
38	14919	30-jul-75	R1	24	25	17
39	69530	11-sep-90	R2	436	275	278
40	14917	31-jul-75	R1	100	72	110
41	87222	20-mar-92	R1	69	48	64
42	81726	7-jun-91	R2	230	226	167
43	69276	7-ago-90	R2	156	215	178
44	69275	26-jul-90	R2	198	225	154
45	14944	29-dic-94	R1	65	97	67
46	101124	3-may-95	R1	36	26	28
47	44790	7-jun-94	R1	28	95	77
48	14915	29-sep-76	R2	360	419	263
49	15063	15-jun-83	R2	158	163	151
50	37394	27-may-94	R1	98	111	120
<b>TOTAL</b>				<b>5,445</b>	<b>5,808</b>	<b>4,848</b>



**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
LICAN (05)**

165

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
51	14922	30-jul-75	R1	54	40	118
52	14921	31-jul-75	R1	22	19	25
53	31874	27-ago-83	R2	189	202	81
54	14912	17-jun-75	R2	116	131	103
55	14871	12-mar-75	R1	112	122	107
56	55156	25-may-89	R1	125	109	129
57	14920	11-ago-75	R2	147	140	133
58	83528	21-ago-91	R1	36	87	79
59	15037	18-jul-81	R1	100	85	116
60	93780	6-may-93	R1	117	85	95
61	14923	15-abr-86	R2	121	132	111
62	14924	30-jul-75	R1	98	138	104
63	90789	16-nov-92	R1	85	96	91
64	14925	30-jul-75	R1	112	130	101
65	88075	12-may-92	R1	93	92	71
66	94349	16-jul-93	R1	150	157	151
67	14926	13-sep-88	R1	104	118	76
68	39856	17-ene-86	R2	101	95	193
69	103216	25-sep-95	R1	27	25	23
70	52673	2-dic-88	R2	144	163	129
71	91106	15-jun-96	R1	40	52	37
72	14927	11-ago-75	R2	182	219	163
73	14939	11-may-79	R1	102	85	88
74	84515	13-abr-92	R1	74	76	124
75	14929	13-ago-80	R2	138	147	115
76	14930	21-feb-82	R1	80	74	87
77	51640	7-sep-88	R2	186	226	260
78	89840	24-ago-92	R1	80	76	91
79	15053	20-ene-83	R1	119	135	85
80	42929	1-jul-86	R1	38	37	103
81	50098	17-may-95	R2	60	34	44
82	50731	27-may-88	R1	36	38	40
83	83530	9-ago-91	R1	65	65	58
84	83531	21-ago-91	R1	61	52	50
85	31875	19-ago-83	R2	150	300	255
86	14938	31-jul-75	R1	83	81	64
87	14937	25-may-94	R1	15	28	22
88	15041	16-nov-90	R1	92	112	94
89	80119	23-mar-93	R2	189	193	142
90	14935	25-oct-90	R1	73	125	77
91	14931	15-ago-75	R1	49	74	45
92	103215	6-sep-95	R1	60	72	63
93	70184	25-oct-90	R1	15	10	15
94	104154	18-nov-95	R1	43	45	53
95	93153	4-abr-93	R1	80	79	105
96	54246	15-mar-89	R1	82	75	59
97	14985	19-jul-83	R1	17	25	19
98	14877	21-may-83	R1	92	77	73
99	89296	12-ago-92	R2	119	133	113
100	52148	26-oct-88	R1	64	67	58
<b>TOTAL</b>				<b>4,537</b>	<b>4,978</b>	<b>4,638</b>

**CONSUMO DE ENERGIA DE LOS ABONADOS  
LICAN (05)**

Nro.	CUENTA (EERSA)	FECHA INST.	TARIFA	CONSUMO (KWH/mes)		
				ago-96	sep-96	oct-96
101	31419	23-feb-85	R1	81	102	88
102	14932	5-ago-75	R1	59	33	79
103	13451	16-jul-78	R1	79	97	90
104	106749	22-jun-96	R1	46	33	97
105	99329	7-nov-94	R1	31	95	88
106	96882	8-abr-94	R1	100	33	77
107	14918	31-jul-75	R1	90	83	49
108	14916	31-jul-75	R1	85	107	67
109	36471	30-ene-85	R1	82	28	70
110	14928	31-jul-75	R2	95	67	132
111	96624	2-mar-94	R1	60	62	51
112	50182	10-jun-94	R1	26	21	29
113	83529	4-ago-91	R1	107	108	81
114	88076	15-may-92	R1	22	28	53
115	14969	19-may-78	R1	124	113	108
116	14884	3-dic-82	R1	63	50	58
117	35891	19-oct-84	R2	233	191	166
<b>TOTAL</b>				<b>1,383</b>	<b>1,251</b>	<b>1,383</b>

**DETERMINACION DEL CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA  
DE LOS ABONADOS EN ESTUDIO**

SECTOR	NOMBRE DEL SECTOR	ABONADOS	CONSUMO TOTAL(KWH)		
			ago-96	sep-96	oct-96
O1	CIUDADELA LAS RETAMAS	34	6,306	6,388	6,447
O2	CIUDADELA CEMENTO CHIMBORAZO	63	8,392	8,374	7,864
O3	CIUDADELA LOS PINOS	28	4,330	3,506	3,615
O4	CIUDADELA LA PAZ	150	19,288	19,499	18,143
O5	LICAN	117	11,365	12,037	10,869
<b>TOTAL</b>		<b>392</b>	<b>49,681</b>	<b>49,804</b>	<b>46,938</b>
<b>Consumo promedio / Abonado/mes (KWH/mes)</b>			<b>126.74</b>	<b>127.05</b>	<b>119.74</b>

=>Consumo promedio (ago-sep-oct)/ab/mes = **124.51 (KWH/mes)**

## **APENDICE X**

### **CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ANALIZADORES DE ENERGIA**

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ANALIZADORES DE ENERGIA

Las características principales de los analizadores de Energía fabricados por ELCONTROL se resumen a continuación:

	NANOVIP	MICROVIP3	VIP SYSTEM3
Medidas AC y DC	Si	Si	Si
Funciones de Medida	7	20	82
Medición Trifásica	Si	Si	Si
Memoria	No	No	Si
Salida a una PC	No	Si	Si
Impresora incorporada	No	Si	Si

A continuación se detallan sus características.

### NANOVIP

En la fotografía que se encuentra a continuación se puede observar al equipo, y las 7 funciones de medición son las siguientes:

\* Volt(rms), Amp(rms), F.P. ( $\cos \theta$ ), W, var, VA, Hz.

Dispone de dos funciones que son:

\*Función PEAK para memorizar medidas correspondientes a los máximos de V, A, W (seleccionables)

\* Función MEM para medir las diferencias de V, A, W,  $\cos\theta$  en relación a los valores memorizados.

De las mediciones:

\* Mediciones entre 75 W y 150 kW (750 kW con pinza de

1000 A).

- \* Medidas en verdadero valor eficaz.
- \* Cambio automático de escala para tensión y corriente.
- \* Mediciones en alterna y continua (con pinzas en continua)
- \* Elevada precisión.
- \* sencillez y facilidad de empleo.

### MICROVIP 3

La fotografía de este analizador de energía se encuentra a continuación, este equipo sirve para sistemas desequilibrados y tiene una salida de fibra óptica para conexión a la línea serie RS232 de un ordenador.

20 funciones de medición.

- \* Volt(rms), Amp(rms), F.P. ( $\cos \theta$ ), kW, kvar, kVA, kvarh, kWh, pico de potencia kVA, kW.
- \* Mediciones trifásicas sobre sistemas desequilibrados.
- \* Mediciones en corriente monofásicas.
- \* Mediciones en valor real eficaz.
- \* Cambio automático de escala para tensión y corriente.
- \* Mediciones en alterna y continua con pinza opcional.
- \* Visualización e impresión de los valores trifásicos y de cada fase.
- \* Impresión a tiempo de todas las mediciones con fecha.
- \* Reloj al cuarzo con display de visualización.

- \* Display retroiluminado para la visualización de las mediciones.
- \* Salida de fibra óptica para conexión a un computador
- \* Kit con valija y accesorios.

### VIP SYSTEM 3

La fotografía de este analizador de energía se encuentra a continuación, el VIP SYSTEM 3 es un instrumento portátil, de peso ligero, con impresora incorporada y que efectúa las medidas en las tres fases calculando las magnitudes trifásicas equivalentes. El VIP SYSTEM 3 mide e imprime tensiones, corrientes, potencias, factores de potencia ( $\cos \theta$ ) y distorsiones de forma de onda. Mide los consumos de energía totales y por separado según determinados intervalos horarios. Junto con los valores instantáneos, determina los valores promedio y memoriza los valores máximos de la potencia y de la distorsión. La impresora incorporada puede representar, incluso gráficamente, las variaciones de las magnitudes y las situaciones de alarma.

VIP SYSTEM 3 con una memoria accesoria (MEMORY PACK), memoriza todos los datos de medida para una aplicación posterior. Con el MEMORY PACK se puede llevar a cabo programas de medida, con la posibilidad de transferir los datos a un ordenador ó a una impresora remota.

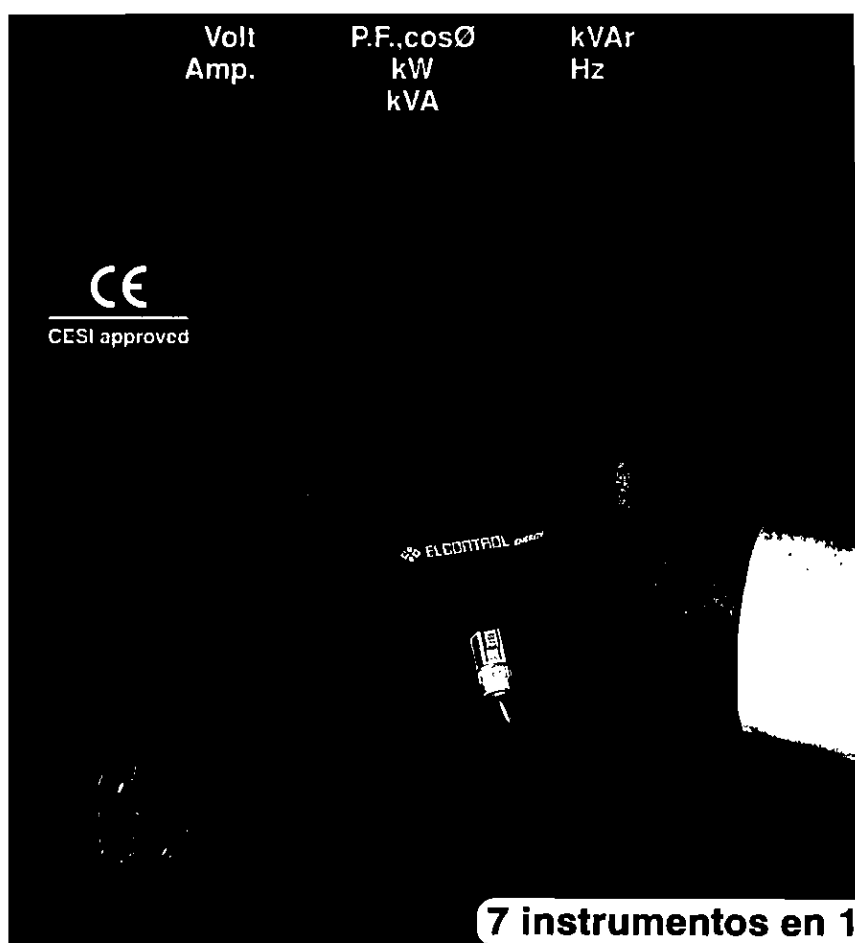
Con el uso de los adecuados interfases (BLACK BOX) la actividad de VIP SYSTEM 3 se amplía con funciones de otro tipo como son la medida de la dispersión, temperatura y

otras.

Funciones principales de medición.

- \* Volt(rms), Amp(rms), F.P. ( $\cos \theta$ ), kW, kvar, kVA, Potencia media, Potencia máxima, Hz, Distorsión, kvarh, kWh.
- \* Mediciones trifásicas sobre sistemas desequilibrados.
- \* Mediciones en C. A. y C. C.
- \* Impresora incorporada para mediciones, alarmas y microinterrupciones.
- \* Representación gráfica de las mediciones (ver fotografía a continuación).
- \* 2 salidas de alarmas de relé.
- \* Salida RS232.
- \* Precisión elevada (clase 0.5).
- \* CAMPANAS de mediciones automáticas programables y memorizables en el MEMORY PACK.
- \* Expandible a funciones de medición de otros tipos mediante BLAK BOX.



**ANALIZADOR DE ENERGIA****NANOVIP**

**ANALIZADOR DE ENERGIA****MICROVIP 3**

Volt  
Amp.  
P.F.,cos $\phi$

kW  
kVA  
kVA<sub>r</sub>

Hz  
Peak kVA  
Peak kW

kWh  
kVA<sub>r</sub>h



CESI approved



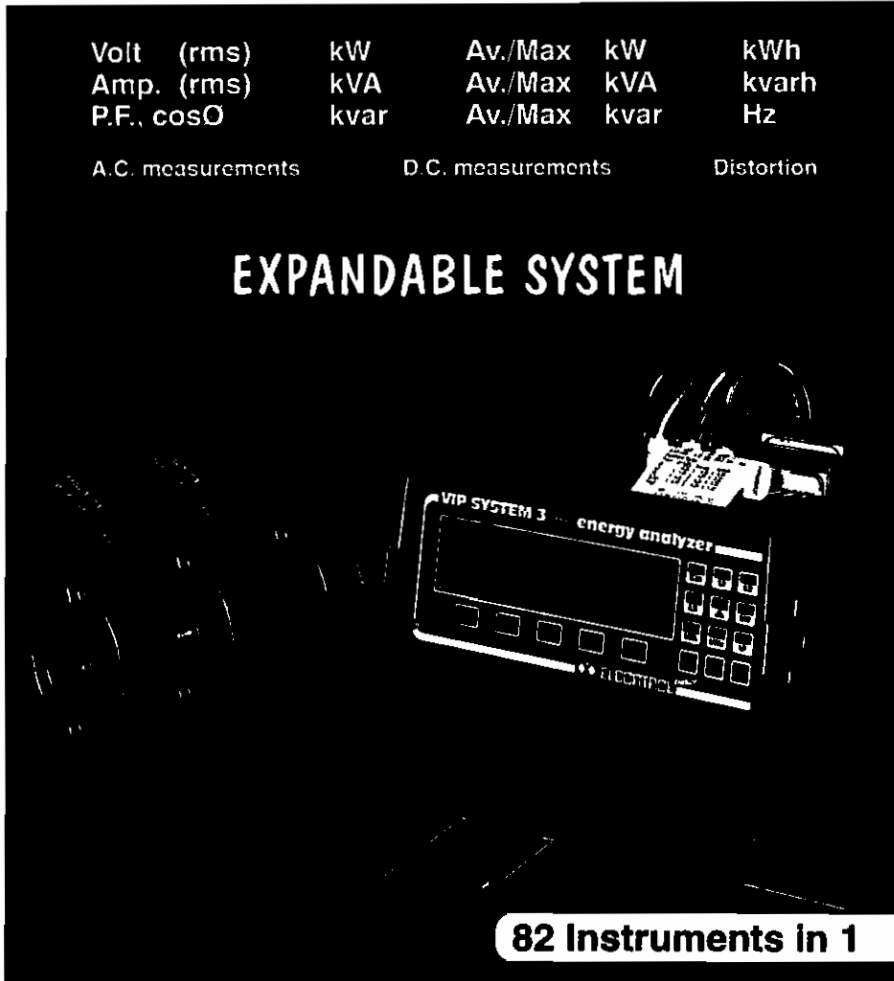
**20 instrumentos en 1**

## ANALIZADOR DE ENERGIA

### VIP SYSTEM 3

Volt (rms)	kW	Av./Max	kW	kWh
Amp. (rms)	kVA	Av./Max	kVA	kvarh
P.F., $\cos\phi$	kvar	Av./Max	kvar	Hz
A.C. measurements	D.C. measurements	Distortion		

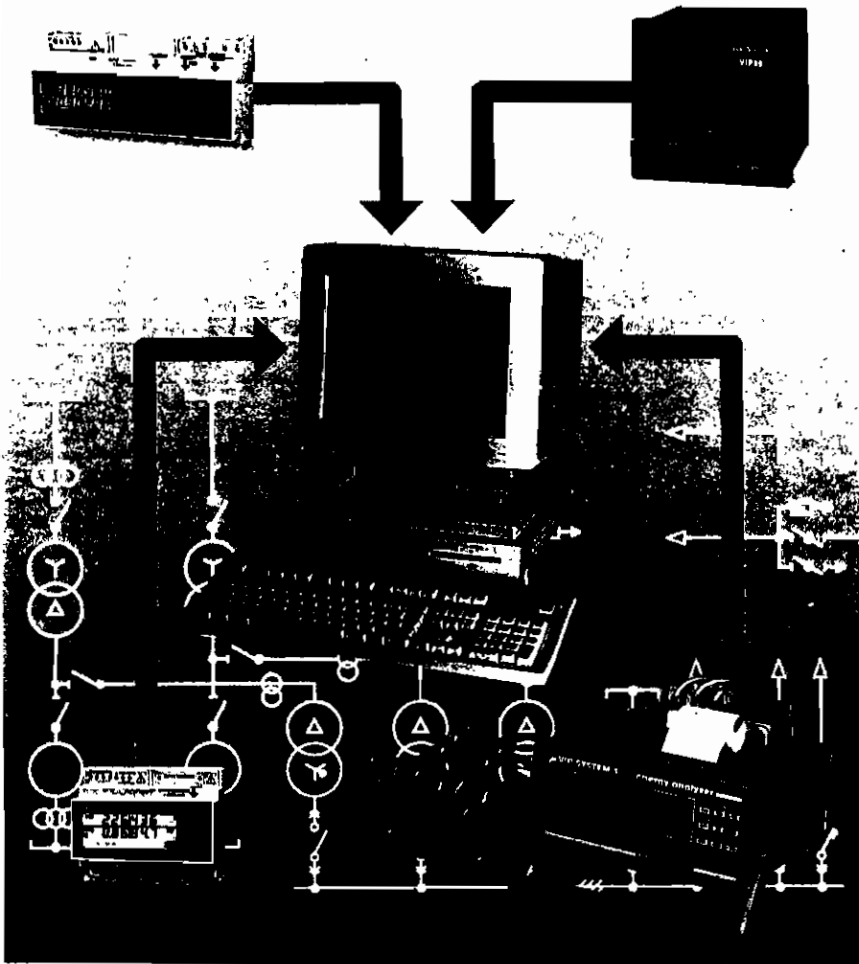
## EXPANDABLE SYSTEM



**82 Instruments in 1**



# LA INFORMACION DE LOS ANALIZADORES DE ENERGIA SE PUEDE TRANSFERIR A UN PC



### ANALISIS DE COSTOS

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. tiene valores fijos para la mano de obra, transporte liviano, dirección técnica; el Departamento de Planificación realiza la actualización de estos costos cada año.

Las mediciones de carga en los sectores de estudio se realizaron en 16 días, con un horario de 18:00 a 22:00 horas, el grupo de trabajo fue de 4 personas, los cuales se transportaban en un móvil liviano.

	S/. / día	días	total
Mano de obra (grupo de 4 personas)	398,612	16	6,377,784
Transporte liviano	65,115	70	4,558,050
Dirección técnica y Administración	76,239	16	1,219,824
Una persona para encuestas (2 meses)+L			1,400,000
Sueldo del jefe del proyecto (4 meses)			6,400,000
Un computador Personal	40,000	80	3,200,000
Alquiler de oficina (4 meses)			2,000,000
Equipos (AE y PV)	127,000	16	2,032,000
Gastos de Oficina			1,300,000
<b>TOTAL (S/.)</b>			<b>28,487,658</b>

El jefe del proyecto y el grupo de trabajadores (4), son estables de la EERSA y la persona que realizó las encuestas fue un trabajador ocasional.

